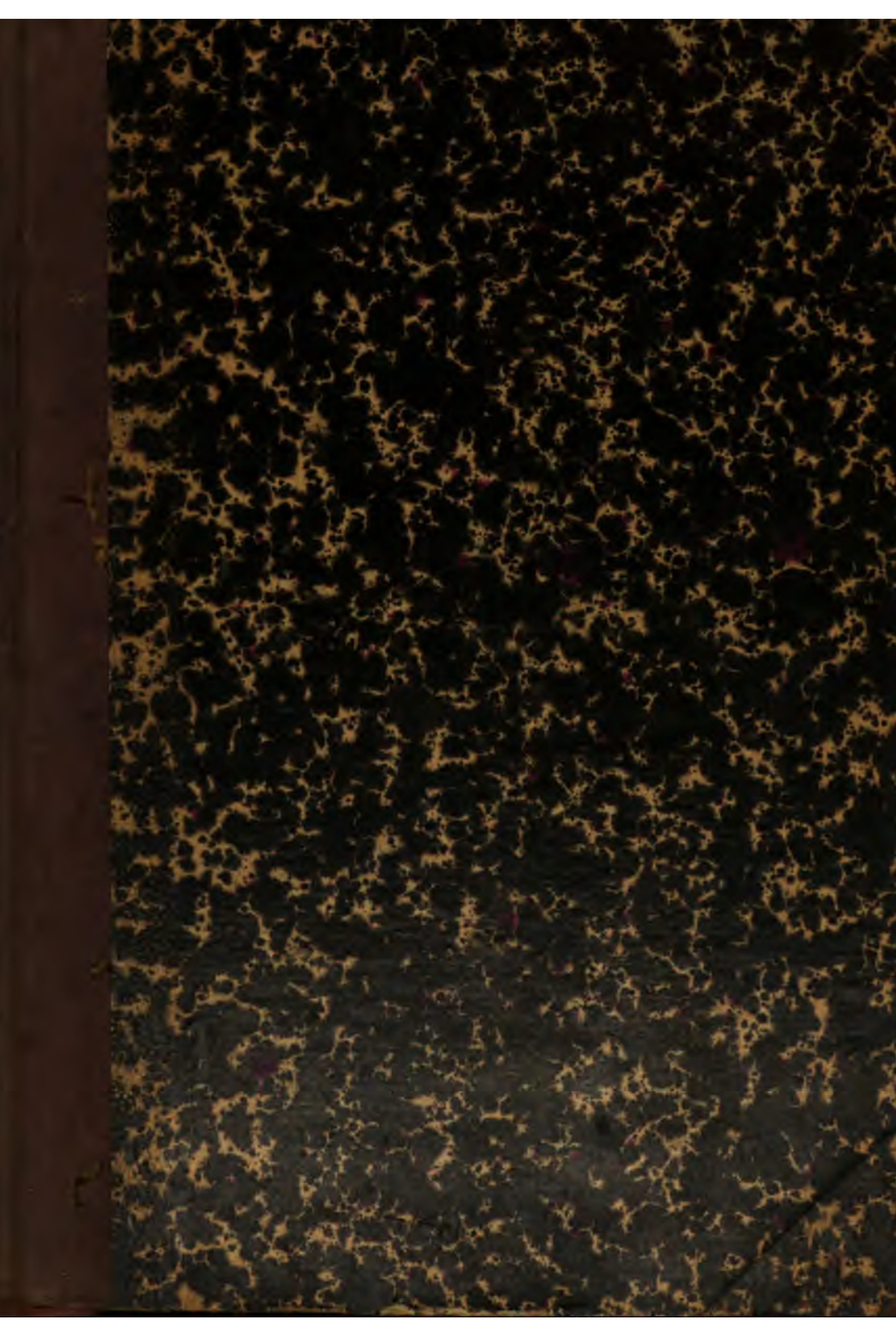



Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid

[redacted]

HANDBOEK

VOOR HET ONDERZOEK VAN

GRONDSTOFFEN EN PRODUCTEN

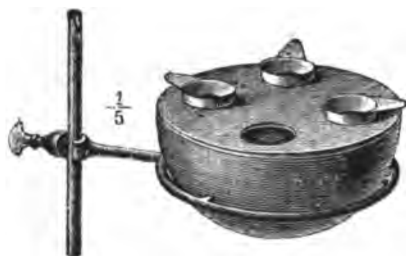
DER

SUIKER-INDUSTRIE

DOOR

G. LOTMAN

Chemist



TEN DIENSTE VAN LABORATORIUMS DER SUIKERFABRIEKEN, VERDER VOOR FABRIKANTEN, SCHEIKUNDIGEN EN LEERLINGEN DER LANDBOUW- EN H. B. SCHOLEN

Met 94 houtsneefiguren

Tweede vermeerderde druk

AMSTERDAM

Tj. VAN HOLKEMA

1887

STOOMDRUKKERIJ ROELOFFZEN & HÜBNER. AMSTERDAM.

Dat het door mij samengestelde handboek, ondanks vele gebreken en onvolledigheid, geruimen tijd reeds was uitverkocht en steeds gevraagd bleef, bewijst misschien dat het in eene behoefte voorzag.

In die meening heb ik, op verzoek van den Uitgever, het boek omgewerkt en met verschillende hoofdstukken vermeerderd, terwijl de nieuwere polarisatie-instrumenten behandeld en den tekst door een groot getal houtsneden verduidelijkt is.

De bruikbaarheid is daardoor zeer verhoogd en kan het die jongelieden, welke de suiker-industrie als hun toekomstige loopbaan kiezen, als leerboek en tot eigen studie van zeer veel nut zijn.

In het laboratorium der suiker-fabrieken zal het den scheikundige, die met het toezicht in de fabriek belast is, niet zelden behulpzaam zijn.

De zeer goede Anleitung van Dr. Frühling en Dr. Schulz in Brunswijk, heb ik grootendeels gevolgd.

Voor mogelijke misstellingen en enkele over het hoofd geziene drukfouten, wordt de toegevendheid van den gebruiker ingeroepen.

G. LOTMAN.

INHOUD.

I.

INLEIDING.

De wetenschap, die ons den aard en de samenstelling der in de natuur voorkomende stoffen leert kennen, wordt scheikunde genoemd. Zij maakt ons bekend met de oorzaken, waardoor de samenstelling der lichamen veranderd wordt, met de wijze, waarop de stoffen door wederkeerige werkingen op elkander ontstaan; zij leert ons, hoe men eene samengestelde stof kan ontleden en enkelvoudige lichamen kan verbinden. Zij wordt verdeeld in organische en anorganische scheikunde; de eerste handelt over de lichamen, die de bewerktuigde natuur oplevert (planten en dieren); de laatste omvat de stoffen der onbewerktuigde natuur (mineralen, grondstoffen).

Voor verschillende vakken vindt de scheikunde toepassing en wordt zij dan ook weer verdeeld in vele onderdeelen, die op zichzelf, meer of min van elkander gescheiden, beoefend worden. Zoo hebben we eene technische scheikunde, eene landbouw-scheikunde, eene pharmaceutische scheikunde enz. De technische scheikunde, die hoofdzakelijk met de producten der nijverheid te doen heeft, is zeer uitgebreid; een harer onderdeelen, door ons hier te behandelen, is: de scheikunde der suiker-industrie.

Hoewel wij ons voorstellen, dat het grootste deel van hen, die dit handboek gebruiken, reeds eenigermate met de verschijnselen en stoffen, die behandeld zullen worden, bekend is, zal toch eene definitie der wetenschap, die wij beoefenen, niet overbodig zijn en zullen wij daartoe eenige voorbeelden kiezen, die tot de dagelijksche verschijnselen behooren.

Elke stof in de natuur, die door onze zintuigen kan worden waargenomen, is een voorwerp van onderzoek voor de scheikunde. De stoffen kunnen zijn enkelvoudig of samengesteld; de eerste kunnen niet ontleed worden, men noemt ze elementen of grondstoffen.

Van deze grondstoffen heeft men er zes en zestig ontdekt.

De samengestelde stoffen kunnen in twee of meer andere stoffen worden gescheiden, die in aard en samenstelling geheel van de oorspronkelijke stof afwijken.

De voornaamste grondstoffen, die wij hier zullen aantreffen zijn:

TABEL I.

NAAM.	Scheikundig Teeken.	Atoom-gewicht. H = 1.	Aequivalent-gewicht.
1 Aluminium	Al	27.04	13.52
2 Arsenicum	As	74.9	74.9
3 Barium	Ba	136.9	68.45
4 Bromium	Br	79.76	79.76
5 Calcium	Ca	39.91	19.95
6 Chloor	Cl	35.37	35.37
7 Goud	Au	196.2	196.2
8 Kalium (Potassium)	K	39.03	39.03
9 Koolstof (Carbonium)	C	11.97	5.99
10 Koper (Cuprum)	Cu	63.18	31.59
11 Kwik (Hydrargyrum)	Hg	199.8	99.9
12 Lood (Plumbum)	Pb	206.4	103.2
13 Magnesium	Mg	23.94	11.97
14 Mangaan	Mn	54.8	27.4
15 Natrium	Na	23.—	23.—
16 Phosphorus	P	30.96	30.96
17 Platina	Pt	194.3	97.15
18 Stikstof (Nitrogenium)	N	14.01	14.01
19 Strontium	Sr	87.3	43.65
20 Tin (Stannum)	Sn	117.4	58.70
21 Uranium	U	239.8	119.9
22 Waterstof (Hydrogenium)	H	1.00	1.00
23 IJzer (Ferrum)	Fe	55.88	27.94
24 Zilver (Argentum)	Ag	107 66	107.66
25 Zink (Zincum)	Zn	64.88	32.44
26 Zuurstof (Oxigenium)	O	15.96	7.98
27 Zwavel (Sulphur)	S	31.98	15.99

De nauwkeurigheid in de honderdste deelen kan voor het gewone gebruik tot geheele cijfers worden afgerond. Men mag dus als aequivalent-gewicht voor Arsenicum 75, voor Calcium 20, Koolstof 6, Kwik 100, Magnesium 12, Phosphorus 31, Stikstof 14, IJzer 28 en Zuurstof 8 rekenen, zonder groote fouten te maken.

In de navolgende regels zijn de Aequivalent-gewichten afgerond opgenomen.

Wanneer wij een stuk krijt met een mes afschrapen of in een mor-

tier fijnstampen, blijft elk deeltje, hoe klein ook, steeds krijt; brengen wij echter het fijngemaakte krijt in een glas en voegen er een zuur bij, dan ontstaat eene sterke opbruising, een bewijs dat er een gasvormig lichaam ontsnapt. Het overblijvende is geen krijt meer, maar een geheel ander lichaam geworden. Het krijt bestaat uit koolzuur en kalkaarde, door bijvoeging van een zuur wordt het koolzuur uitgedreven en de kalkaarde, die wel een bestanddeel van het krijt uitmaakte, maar dit niet is, gaat eene nieuwe verbinding aan. Men kan verder gaan en ontleden de twee stoffen, die wij uit het krijt verkregen. Het koolzuur bestaat uit koolstof en zuurstof, de kalkaarde uit calcium en zuurstof. De scheikunde is echter niet bij machte de verdeeling of ontleding nog verder voort te zetten en daarom noemde men deze stoffen grondstoffen. Uit deze grondstoffen nu bestaan alle lichamen, die de natuur voortbrengt, niet één uitgezonderd.

Het is bekend, dat wij de lichamen in zeer kleine deeltjes kunnen verdeelen. Wanneer wij gemalen beenzwart onder het microscoop brengen, schijnen ons de deeltjes nog zeer grove stukken toe, die men nog verder zou kunnen verdeelen. In de scheikunde neemt men echter aan, dat de deelbaarheid zekere grens niet overschrijdt en dat de lichamen in den laatsten vorm uit zeer kleine deeltjes bestaan, die niet verder te scheiden zijn; deze deeltjes worden *moleculen* genoemd. Stellen wij ons de kleinste deeltjes ijzerroest voor; de moleculen ijzerroest bevatten echter nog twee stoffen, n.l. ijzer en zuurstof, en dus moeten deze deeltjes die het samenstellen, noodzakelijk nog kleiner zijn dan het molecuul in zijn geheel. De kleinere deeltjes nu, welke de moleculen samenstellen, hebben den naam van *atomen* verkregen.

De weegbare stoffen kunnen zich in drie verschillende toestanden (agregatie toestanden) aan ons voordoen, en wel vast, vloeibaar of gasvormig.

Eene bepaalde kracht (cohaesie) houdt de moleculen der lichamen bij elkander; zij is bij vaste lichamen zeer groot, bij vloeibare onmerkbaar, terwijl zij bij gasvormige lichamen geheel ontbreekt. De warmte oefent echter grooten invloed uit op deze kracht, en naarmate cohaesie of warmte overheerschend wordt, ontstaan vaste of gasvormige lichamen; zijn de krachten gelijk, dan krijgt men vloeibare lichamen.

Er zijn lichamen, die in de drie verschillende aggregatie-toestanden voorkomen. Water geeft er ons een voorbeeld van. De temperatuur, waarbij een lichaam van den vasten in den vloeibaren toestand overgaat, wordt smeltpunt genoemd, en omgekeerd beteekent vriespunt de temperatuur, waarbij het lichaam van den vloeibaren in den vasten toestand overgaat. Kookpunt is de temperatuur, waarbij een lichaam van den vloeibaren in den gasvormigen toestand overgaat De drukking, waaraan eene vloeistof bij de dampvorming is blootgesteld, oefent hierbij grooten invloed uit.

Wanneer de lichamen van den vloeibaren tot den vasten toestand overgaan en daarbij eenen regelmatigen vorm aannemen, eene binnen meetkunstige grenzen besloten gedaante, dan noemt men deze werking der deeltjes kristallisatie of kristalvorming.

Bij het kristalliseeren nemen de kristallen veelal water op, vaak scheikundig, somtijds werktuigelijk. Scheikundig staat de hoeveelheid gebonden water steeds in vaste verhoudingen tot den scheikundigen aard van het lichaam.

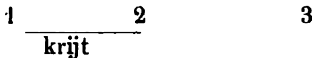
Er is eene kracht, door wier invloed twee of meer stoffen zich zoodanig met elkander verbinden, dat het nieuw gevormde lichaam geheel verschilt in eigenschappen van het vroeger bestaande; deze kracht noemt men affiniteit = scheikundige aantrekking of verwantschap. Zij is zeer verschillend bij ongelijksoortige lichamen, en hangt grootendeels af van den toestand, waarin de stof zich bevindt.

Men zegt, dat een lichaam verzadigd is, wanneer twee stoffen zich scheikundig met elkander verbinden en A van B slechts eene bepaalde hoeveelheid opneemt.

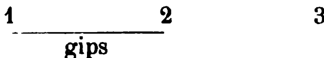
Is door zulk eene verbinding de eigenschap der lichamen verdwenen of aan onze waarneming onttrokken, dan hebben de stoffen elkander onzijdig gemaakt; men noemt dit *neutralisatie*.

Drie stoffen kunnen zich verbinden, wanneer zij met elkander in aanraking komen, of wel, twee gaan eene verbinding aan, waarbij het derde lichaam wordt uitgestoten. Nemen wij nog eens de reeds opgenoemde samengestelde stoffen tot voorbeeld. Stellen wij, dat het zuur, dat wij bij het krijt voegen, zwavelzuur is, dan hebben we:

koolzuur + kalkaarde + zwavelzuur vormt



zwavelzuur + kalkaarde + koolzuur. Het koolzuur wordt uitgestoten



en ontwijkt gasvormig, terwijl het zwavelzuur met de kalkaarde een nieuw lichaam, het gips of zwavelzure-kalk vormt.

Wanneer men twee stoffen A en B, die elk afzonderlijk uit twee bestanddeelen *ab* en *cd* zijn samengesteld, met elkander vermengt, dan kunnen de drie volgende verbindingen plaats vinden:

1°. *a* verbindt zich met *d*, terwijl *b* en *c* niet vereenigd worden.

2°. *abc* verbinden zich, *d* wordt afgescheiden.

3°. *a* verbindt zich met *c* en *b* met *d*, waardoor twee nieuwe producten ontstaan.

Het 2de wordt enkelvoudige keurverwantschap, het 3de dubbele keurverwantschap genoemd.

Er bestaat echter ook nog een praedisponeerende verwantschap. Deze bestaat, wanneer *ab* niet door *c* kan ontleed worden tenzij er een vierde

bestanddeel *d* aanwezig zij, dat eene groote verwantschap heeft tot het lichaam, dat gevormd moet worden.

Voorbeelden dezer verwantschapsgraden zijn:

a b c d
1°. zwavelzure-aluinaarde en koolzure-potasch,
d a b c
2°. koper-zuurstof en zwavelzuur-ijzer,
a b d c
3°. chloor-kwikzilver en jood-potassium,
a b c d
4°. waterstof, zuurstof, ijzer, zwavelzuur.

De enkelvoudige en samengestelde stoffen verbinden zich niet willekeurig, maar in vaste verhoudingen volgens bepaalde wetten; men noemt dit de *leer der scheikundige aequivalenten*. Deze verhoudingen worden berekend naar het gewicht of naar de ruimte (volume). De eerste wijze is bepaald verkieselijk, omdat ze van toepassing is op alle stoffen; de laatste kan men alleen bij gassoorten aanwenden met die nauwkeurigheid, die vereischt wordt.

De scheikundige vereeniging van twee stoffen heeft altijd in dezelfde gewichtsverhoudingen plaats, indien de ontstane verbinding dezelfde scheikundige en physische eigenschappen bezit.

Is bij het ontstaan der verbinding eene der beide stoffen in overmaat voorhanden, dan blijft het overvloedige in vrijen toestand terug; deze wet noemt men *de wet der standvastige verhouding*.

Twee lichamen vereenigen zich echter ook in meerdere verhoudingen met elkander en vormen dan verschillende verbindingen; voor elke dezer verbindingen geldt dan echter de wet der standvastige verhoudingen.

Bij de verbinding van twee stoffen in verschillende verhoudingen, staan de hoeveelheden der eene stof, verbonden met dezelfde hoeveelheid van de andere stof, tot elkander in eene enkelvoudige verhouding als:

$$1 : {}^3/_2 : 2 : {}^5/_2 : 3 : {}^7/_2 : 4 : 5.$$

Een voorbeeld zal dit ophelderen. De stikstof verbindt zich met de zuurstof in vijf bepaalde verhoudingen, die de volgende percentsgewijze samenstelling hebben:

Stikstof oxydule........	stikstof	63.63
	zuurstof	36.37
Stikstof-oxyd	stikstof	46.66
	zuurstof	53.34
Salpeterig-zuur........	stikstof	36.84
	zuurstof	63.16
Onder-salpeterzuur......	stikstof	30.43
	zuurstof	69.57
Salpeterzuur..........	stikstof	25.93
	zuurstof	74.07

Schijnbaar niet den minsten regel kan men in de samenstelling dezer

lichamen opmerken. Berekenen wij echter de samenstelling der verschillende verbindingen op het gewicht der stikstof, dan blijkt, dat de hoeveelheden zuurstof in verhouding staan als de getallen 1. 2. 3. 4. 5.

Bij de opgegeven voornaamste grondstoffen vindt men het aequivalentgetal van stikstof = 14; neemt men dit als grondslag aan voor de berekeningen, dan vindt men op 14 deelen stikstof

bij	stikstof-oxydul	8	deelen zuurstof
"	stikstof-oxyd.........	16	" "
"	salpeterigzuur........	24	" "
"	ondersalpeterzuur.....	32	" "
en "	salpeterzuur.........	40	" "

De hoeveelheden zuurstof nu staan duidelijk tot elkander als 1 : 2 : 3 enz.

Om nu de aequivalent-gewichten voor alle grondstoffen te vinden, moet men de standvastige verhoudingen, waarin samengestelde lichamen zich ontbinden, kennen en neemt daartoe het aequivalent van eene enkelvoudige stof als eenheid aan. Men heeft hiertoe de waterstof als kleinste gekozen en haar = 1 aangenomen.

Eenige voorbeelden zullen de zaak ophelderen. Smelt men lood, dan komt een grauw huidje al spoedig het metaal bedekken, en zet men de verhitting voort, dan zal, bij de toetreding der dampkringslucht, het geheele metaal in grauw poeder overgaan. Bij voortgezette verhitting gaat deze grauwe massa geheel in een geel poeder over, dat, ook na langere verwarming, niet meer in gewicht toeneemt. Het lood is loodoxyde geworden, d. w. z. lood en zuurstof hebben zich met elkander verbonden. Heeft men 100 gram lood genomen, dan weegt het gele poeder nu 107.722 gram. De gewichtsvermeerdering van 7.722 gram is zuurstof en neemt men nu aan, dat in het loodoxyde, lood en zuurstof in gelijke aequivalenten aanwezig zijn, dan zal, daar zuurstof = 8 is (zie aequivalentgetallen blz. 2) het aequivalent van het lood = 103.6 zijn, want

$$7.722 : 100 = 8 : x$$
$$x = 103.6$$

Dit getal wordt nu het aequivalent- of atoomgewicht van het lood genoemd en drukt uit, dat 103.6 gewichtsdeelen lood met 8 gewichtsdeelen zuurstof zich verbinden tot loodoxyde. Zoo kan men op gelijke wijze vinden, hoeveel gewichtsdeelen van andere stoffen zich met 8 deelen zuurstof verbinden, waardoor dan tevens hare aequivalentgetallen worden gevonden.

Wanneer wij de 107.722 gram loodoxyde vermengen met ongeveer 50 gram zwavel en dit verhitten, dan wordt het mengsel zwart; zwavelzuur en zwavelig-zuur ontwijken, terwijl eene zwarte stof, het zwavellood, terugblijft. De zuurstof van het loodoxyde is vervangen door zwavel en het gewicht van het verkregen zwavellood zal 115.444 gram zijn. Vermindert men dit gewicht met de oorspronkelijke hoeveelheid 100 gram lood, dan houdt men 15.444 gram zwavel over;

en dit gewicht is aequivalent aan 7.722 gram zuurstof. Door de volgende evenredigheid vindt men het atoomgetal van de zwavel.

$$7.722 : 8 = 15.444 : x$$
$$x = 16$$

Nu kan men weder uit deze verbinding (het zwavellood) het lood door ijzer vervangen en zal men, wat nog al opmerkelijk is, voor de 103.6 gram lood slechts 28 gram ijzer behoeven om de verbinding van zwavelijzer te vormen.

Heeft men eene verbinding van kwik (100) met zwavel (16), dan kan ook hier het ijzer (28) het kwik verplaatsen, omdat een en hetzelfde gewicht van een lichaam geenszins gelijke, maar zeer verschillende gewichtshoeveelheden van andere stoffen vordert, om daarmede nieuwe scheikundige verbindingen te kunnen aangaan.

Niet alleen voor de enkelvoudige stoffen geldt de leer der aequivalentgetallen, maar ook voor de samengestelde verhoudingen, hetgeen wij bij de verbindingen der basen en zuren tot zouten kunnen aantoonen. Vooraf evenwel eene opheldering omtrent het verschil tusschen *basen* en *zuren*. Basen zijn die verbindingen, welke, wanneer zij in water oplosbaar zijn, een scherpen, bijtenden loogsmaak hebben, blauwe plantensappen groen kleuren, de door zuren roodgekleurde weder blauw maken, aan de negatieve pool der electrische zuil worden afgescheiden en zich met zuren tot zouten verbinden.

Zuren zijn die verbindingen, waarin gewoonlijk de meeste zuurstof bevat is. Zijn zij in water oplosbaar, dan kleuren zij de blauwe plantensappen rood en hebben eenen zuren smaak. Meer of min kunnen zij de eigenschappen der basen, waarmee zij zich verbinden, vernietigen. Zij worden aan de positieve pool afgescheiden.

Koolzure-kalk kan worden ontbonden door salpeterzuur. In de gevormde salpeterzure-kalk kan het salpeterzuur worden vervangen door zwavelzuur, en wel aldus:

28 gram kalk verbinden zich met 22 gram koolzuur; het laatste wordt vervangen door 54 gram salpeterzuur en dit weer door 40 gram zwavelzuur; de gewichtshoeveelheden

van koolzuur = 22
〃 salpeterzuur = 54
〃 zwavelzuur = 40

zijn aequivalent. Omgekeerd kan ook van eene verbinding eene base door eene andere vervangen worden. Zwavelzure-potasch = 40 gram zwavelzuur en 47.2 gram potassa; hier kan de potassa vervangen worden door 28 gram kalk en 76.5 gram baryt.

Wanneer wij de kalkverbinding nauwkeurig beschouwen, zal het blijken, dat het aeq.-getal van een samengesteld lichaam gelijk is aan de som der aeq.-getallen van de samenstellende lichamen.

Kalk bestaat uit 1 aequivalent (20) calcium op 1 aequivalent (8) zuurstof. Men heeft bevonden, dat zwavelzuur 40 % zwavel en 60 % zuurstof

bevat; daar nu 28 kalk met 40 zwavelzuur zich verbinden, geschiedt die verbinding met 16 zwavel en 24 zuurstof; 16 is het aeq.-getal van de zwavel en 24 is driemaal het aeq.-getal der zuurstof of 8×3; het aeq.-getal van zwavelzure kalk is dus 68

Want 1	aeq.	calcium	= 20	kalk
1	„	zuurstof	= 8	
1	„	zwavel	= 16	zwavelzuur
3	„	zuurstof	= 24	
			68	

De kennis der aeq.-getallen verschaft ons het middel om op eene eenvoudige wijze de samenstelling der verbindingen voor te stellen, waardoor men ze gemakkelijk in getallen kan berekenen. Indien men de tabel op blz. 2 even naziet, zal men achter de namen der grondstoffen teekens vinden, waardoor zij verkort worden voorgesteld; te gelijk duiden deze teekens de gewichtshoeveelheden dier stoffen aan, uitgedrukt in de aeq.-getallen. Schrijven wij dus CaO, dan beduidt dit eene verbinding van 20 gewichtsdeelen calcium met 8 gewichtsdeelen zuurstof, SO_3 beteekent eene verbinding van 16 gewichtsdeelen zwavel met 3×8 of 24 gewichtsdeelen zuurstof.

Zwavelzure kalk wordt dus voorgesteld door de volgende teekens CaO,SO_3. Hier wordt aangetoond, dat 1 aeq: CaO en 1 aeq: SO_3 zich verbonden hebben.

Het gebruik maken dezer teekens verschaft bij het voorstellen der scheikundige ontledingen een zeer groot gemak. Wij kunnen echter hierover niet verder uitweiden, evenmin over de volume- en atomentheorieën, waarvoor wij naar de speciaal scheikundige handboeken moeten verwijzen. Het vorenstaande zal den oningewijde, zoo wij hopen, eenigszins met de gronden der scheikundige wetenschap hebben bekendgemaakt.

Hoewel in het vervolg bij de chemicaliën de nieuwere schrijfwijze is gevolgd en in het voorafgaande de oudere getallen zijn gebruikt, doet dit aan de wet der standvastige verhoudingen geen afbreuk.

II.

ALGEMEENE SCHEIKUNDIGE HANDGREPEN.

Indien iemand in zijn studeervertrek al de scheikundige kennis uit de werken der beste schrijvers met vlijt en inspanning zich had eigen gemaakt, en ge bracht hem in uw laboratorium om hem eene zeer gewone analyse te laten uitvoeren, honderd tegen een, dat de kamer-

geleerde daartoe niet in staat zou zijn, omdat hem de praktische kennis van werken onbekend is. Er is tot het verrichten van scheikundigen arbeid niet alleen *kennis* maar ook *handigheid* noodig, terwijl bovendien eene groote mate van nauwgezetheid vereischt wordt, die als het ware den grondslag der analyse uitmaakt.

Hoewel het vrij moeielijk is uit een handboek de handgrepen te leeren, die men eigenlijk zien moet, geven wij hier toch eene beschrijving van de voornaamste, die bij eene qualitatieve of quantitatieve scheikundige analyse kunnen voorkomen.

1. HET OPLOSSEN.

Algemeen verstaat men onder oplossen het vereenigen van een vast lichaam met een vocht tot eene gelijksoortige vloeistof. Men kan echter ook een gasvormig, en een vloeibaar lichaam oplossen.

Dan echter noemt men het absorbeeren en mengen.

Oplosmiddel heet de vloeistof, waardoor de oplossing bereid wordt. Men maakt onderscheid tusschen eene gewone en eene scheikundige oplossing. Lost men suiker in water op, dan heeft men eene eenvoudige oplossing, want wanneer men het water laat verdampen, krijgt men de suiker onveranderd terug. Heeft b. v. het water zooveel suiker opgenomen, als het kan opnemen, dan noemt men dit eene verzadigde suiker-oplossing. Hierbij echter speelt de temperatuur der vloeistof eene groote rol en zal in het algemeen eene hooge temperatuur eene grootere oplosbaarheid teweegbrengen.

Bij eene scheikundige oplossing streven de beide stoffen, die steeds tegenovergestelde eigenschappen bezitten, naar evenwicht. Is dit bereikt, dan houdt de verdere oplossing op, en dan noemt men de oplossing geneutraliseerd. Eene scheikundige oplossing kan door verhooging der temperatuur wel bespoedigd worden, maar de hoeveelheid van het opgeloste blijft bij elke temperatuur gelijk.

Hoofdzakelijk zijn het *zuren* en *basen*, die scheikundige oplossingen voortbrengen.

De oplossing zelve geschiedt in bekerglazen, kookflesschen, schalen of reageerbuizen, hetzij door schudden, uittrekken of verhitten der stoffen met de vloeistof.

Het laatste geschiedt het meest op een waterbad, omdat hierdoor het stooten der vloeistof en het wegspringen van kleine druppels grootendeels vermeden wordt; verhit men stoffen, die moeielijk oplossen, in een schaal boven de gasvlam, dan begint het stooten reeds bij eene temperatuur, die veel lager ligt dan het kookpunt.

Ontwikkelt zich gas bij de oplossing, zooals b. v. bij het beenzwart, dan verricht men de oplossing in een bekerglas, dat met een groot horlogeglas gedekt wordt, de bolle zijde naar onderen gekeerd. Heeft de gasontwikkeling opgehouden, dan spoelt men het dekglas af met de spuitflesch.

Indien men met zuren oplossen moet, die bij hoogere temperatuur vervluchtigen (zoutzuur, salpeterzuur), dan moet men deze in een kookflesch doen, die eenigszins schuin gesteld, of waarvan de opening met een horologieglas bedekt wordt, maar men doet ze nooit in een schaal. Temperatuur-verhooging moet men dan voorkomen. De zure dampen, die hierbij ontwikkeld worden, worden op de eene of andere wijze buiten het vertrek geleid Men zorge steeds het vertrek, waarin de balans en de kostbare polarisatie-instrumenten staan, vrij van alle schadelijke dampen te houden. Het oplossen, waarbij dampen worden ontwikkeld, doet men hetzij in de open lucht, hetzij in een ander vertrek, waar zij weinig of geen schade kunnen doen.

2. HET NEERSLAAN OF PRAECIPITEEREN.

Het praecipiteeren is eene der meest voorkomende handelingen in het laboratorium. Het dient hoofdzakelijk om andere stoffen, die in de oplossing voorhanden zijn, in vasten vorm te verkrijgen of af te scheiden, tot herkenning van lichamen aan de kleur en eigenschappen in hare verhoudingen tegenover reagentiën, wanneer zij afzonderlijk of in verbinding worden neergeslagen.

Een praecipitaat wordt verkregen òf door verandering van het oplosmiddel, òf door in de vloeistof een educt, dat in de aanwezige vloeistof onoplosbaar is, af te scheiden; òf eindelijk door eene nieuwe onoplosbare verbinding, die door keurverwantschap ontstaat.

Men maakt onderscheid tusschen een kristallijnen, poedervormigen, vlokkigen en geleiachtigen neerslag. Vaak is een neerslag zoo fijn verdeeld, dat de deeltjes niet onderscheiden en de vloeistoffen niet helder worden; zij worden dan troebel of opaliseerend genoemd.

Heftig schudden bevordert eenen vlokkigen, wrijven en omroeren eenen kristallijnen neerslag; verwarming begunstigt in de meeste gevallen de afscheiding der praecipitaten.

De leidende gedachte bij het neerslaan is, een onoplosbaren nederslag van eene vloeistof te scheiden. Voor hoeveelheidsbepalingen is het dus noodig om de stof, die men neerslaat, in zoodanige verbinding neer te slaan, die het onoplosbaarste is, indien men althans niet door andere oorzaken daarin verhinderd wordt. B. v., indien men baryt wil bepalen, zal men haar in de verbinding van zwavelzure baryt neerslaan, omdat deze onoplosbaarder is dan de koolzure barytverbinding.

Is een neerslag oplosbaar in de vloeistof, waaruit hij wordt gepraecipiteerd, dan moet men de vloeistof verminderen door uitdamping. Is eindelijk een neerslag eenigermate oplosbaar in de aanwezige vloeistof, maar onoplosbaar in eene andere, die men door de eene of andere toevoeging verkrijgt, dan moet men die verandering bewerkstelligen. Water wordt door toevoeging van alcohol, wijngeest of spiritus, en hierin zijn onoplosbaar de neerslagen van chloor, lood, zwavelzure-kalk

enz. De basisch-phosphorzure-magnesia is oplosbaar in water, maar onoplosbaar in water, waarbij ammonia gevoegd is.

Het praecipiteeren geschiedt in bekerglazen of in kookflesschen, wanneer de vloeistof kokend behandeld moet worden.

Het praecipitaat, dat men verkrijgt, bepaalt door zijne hoedanigheid, hoe men het moet scheiden van de vloeistof, waarin het vervat is; òf men moet afgieten (décanteeren), òf filtreeren, òf beide verbinden.

Vooraf moet men zich overtuigen, of men genoeg van de stof, waarmede men heeft gepraecipiteerd, heeft toegevoegd. Men zal hiervoor slechts eenige druppels van het reagens in de heldere gefiltreerde vloeistof behoeven te laten vallen, om te zien of er opnieuw een neerslag wordt gevormd. Toch kan men ook hierbij vergissingen maken, wanneer b. v. de neerslag niet dadelijk gevormd wordt, zooals bij de bepaling van phosphorzuur door molybdeenzure ammonia. Vreest men daarvoor, dan neemt men een weinig der heldere vloeistof in een klein bekerglaasje, voegt er het reagens bij, verwarmd, zoo dit noodig is, en ziet na eenigen tijd of hierbij een neerslag is gevormd of niet.

Het is steeds aan te raden den neerslag niet dadelijk van de vloeistof te scheiden, maar langeren tijd b. v. 12 of 24 uren te laten staan.

Heeft de neerslag zich geheel afgezet, en is de daarop staande vloeistof helder, dan kan men voornamelijk bij stoffen, die gemakkelijk bezinken, van het snelle afgieten of decanteeren met het uitwasschen der praecipitaten gebruik maken. In de meeste gevallen zal men moeten filtreeren; bij geleiachtige praecipitaten, b v. aluinaarde-hydraat, maakt men gebruik van het decanteeren en daarna van het filtreeren.

3. KRISTALLISATIE.

In de suiker-industrie speelt de kristallisatie eene groote rol; het is daarom noodig eenigszins langer bij dit punt stil te staan, daar men het in de macht heeft de kristallisatie zoo te leiden, dat de uitlevering aan suiker, door eene goede vorming van kristallen, zeer hoog kan worden.

Bijna alle lichamen, die van den vloeibaren of gasvormigen in den vasten toestand overgaan, bezitten de neiging om te kristalliseeren, d. w. z. om regelmatige, meetkunstige vormen aan te nemen, en wel zoodanig, dat de kristalvormen van verschillende lichamen van eene zelfde soort volkomen aan elkander gelijkvormig zijn. Beschouwt men een groot aantal stoffen oppervlakkig, dan is meestal het denkbeeld van eenen regelmatigen vorm zeer verre verwijderd; bezien wij echter van die stoffen eene nieuwe breukvlakte wat nauwkeuriger of met het gewapend oog, dan blijkt in de meeste gevallen, dat het lichaam eenen regelmatigen kristalvorm bezit. Sommige kristallen hebben zulke kleine afmetingen, dat men een microscoop moet gebruiken om ze te zien; wellicht zijn er nog veel kleinere, die geheel aan ons oog worden onttrokken.

Vele stoffen zijn oplosbaar, voornamelijk in water en, zooals wij reeds op blz. 9 hebben aangetoond, kan eene gegeven hoeveelheid water slechts eene bepaalde hoeveelheid eener vaste stof oplossen; echter zal warm water veel meer oplossen dan koud. Wanneer nu eene oplossing bij eene hooge temperatuur verzadigd is, dan kan de opgeloste stof bij de bekoeling niet meer opgelost blijven, en een gedeelte zal in kristallen worden afgezet. Maar ook, wanneer het water eener verzadigde oplossing verdampt, zullen zich kristallen vormen, omdat dan oververzadiging plaats vindt.

Naarmate de afkoeling of verdamping langzamer geschiedt, zullen de kristallen grooter en regelmatiger zijn. Eene zeer vlugge kristallisatie, een heftig schudden of omroeren der vloeistof maakt de kristallen zeer fijn.

Zooals hierboven reeds gezegd is, nemen de verschillende stoffen verschillende kristalvormen aan. De suiker kristalliseert in eenen anderen vorm dan de aluin, de aluin weer anders dan het keukenzout enz.

Kristallographie noemt men de studie der kristalvormen; zij omvat het onderzoek van de wetten der symmetrie, alsmede de beschrijving der kristalvormen.

De verschillende systemen, waaronder men de kristallen rangschikt, zijn:

1. Het regelmatige systeem, met drie rechthoekige en gelijke assen.
   Hiertoe behooren: aluin, keukenzout, granaat enz.
2. Het quadraat-systeem, met drie assen, waarvan twee aan elkander gelijk zijn en de derde de hoofdas genoemd wordt;
   Hiertoe behooren: het bloedloogzout, zwavelzuur-nikkeloxyd, dubbelarsenikzure-potasch enz.
3. Het hexagonale-systeem, met vier assen, waarvan er drie in één vlak liggen, aan elkander gelijk zijn en een hoek van 60 graden met elkander maken, terwijl de vierde, de hoofdas, rechthoekig op de vlakken der drie andere staat en daaraan ongelijk is.
   Hiertoe behooren: kalkspaath, bergkristal enz.
4. Het rhombische of ruitvormig systeem, met drie tot elkander rechthoekige, maar ongelijke assen.
   Hiertoe behooren: salpeter, zwavelzuur-zinkoxyd, zwavelzure-potasch, topaas, enz.
5. Het *monoclinische*-systeem, waartoe behooren de *suiker*, zwavelzure-soda, zwavelzuur-ijzeroxyd, azijnzure-soda enz. Dit systeem verschilt van het ruitvormige, doordien twee assen elkander niet onder rechte hoeken snijden, terwijl de derde rechthoekig op het vlak der beide scheefhoekige assen staat.
6. Tot het *triclinisch*-systeem behooren de kristallen met drie assen, welke alle ongelijk zijn en waarvan geen enkele met eene andere een rechten hoek vormt.
   Hiertoe behooren voornamelijk de kristallen van het zwavelzuur-koperoxyde.

De vloeistoffen, die terug blijven na de afscheiding der kristallen,

noemt men de moederloog. De stoffen zonder regelmatigen vorm noemt men amorph.

Het doel der kristallisatie is meestal het verkrijgen van het gekristalliseerde lichaam in vasten vorm, of ook wel ter afscheiding van andere stoffen, die tegelijkertijd in de vloeistof zijn opgelost.

Wanneer de kristallen aan de lucht zijn blootgesteld en daarbij verweeren of vervloeien of ook wel onveranderd blijven, bieden vorm en toestand een middel aan om stoffen, die in denzelfden vorm voorkomen, van elkander te onderscheiden.

In het laboratorium kristalliseert men de stoffen in schalen of bij geringe hoeveelheden in horlogeglazen.

Wil men goed gevormde kristallen uit kleine hoeveelheden vloeistof verkrijgen, dan gebruikt men hiertoe met voordeel de exsiccators met zwavelzuur.

4. HET FILTREEREN.

Het filtreeren van vloeistoffen geschiedt met een dubbel doel, men wenscht òf het doorloopende (het filtraat), òf het terugblijvende (het praecipitaat, de kristallen of de onopgeloste stof) te verkrijgen.

Men bereikt dit doel door de vloeistof op een, in een trechter gevouwen, ongelijmd papier te gieten; dit laat de vloeistof gemakkelijk door, terwijl het de vaste stoffen terughoudt. Al naar gelang men de vloeistof, dan wel het terugblijvende wenscht, gebruikt men gladde en gevouwen filters. De laatste fitreeren het snelst; gladde filters maakt men door een rond papier dubbel samen te vouwen zóó, dat de vouwen rechte hoeken vormen.

De gevouwen filters kan men op verschillende wijzen vervaardigen, het gemakkelijkst door den dubbel gevouwen gladden filter nog tweemaal in tegenovergestelde richtingen door te vouwen, en dan geheel uitgespreid in den trechter te leggen. Moet de inhoud des filters worden uitgewasschen (afgezoet), dan mag het papier niet boven den rand van den trechter uitsteken.

In vele gevallen is het noodig het filtreerpapier vochtig te maken, vóór men de vloeistof, die men filtreeren wil, opgiet; het filtreeren gaat daardoor niet alleen sneller, maar de deeltjes worden ook niet zoo gemakkelijk van de stof, die men filtreeren wil, meegesleept. Bijzonder bij het filtreeren van zwavelzure-baryt en oxalzure-kalk is dit zeer aan te bevelen. Bij zeer nauwkeurige bepalingen van kalk is het noodig, dat het papier, waardoor men filtreert, vrij is van anorganische bestanddeelen (ijzeroxyd, kalk). Het z. g. Zweedsch filtreerpapier met het water-merk J. H. Munktell wordt voor het beste gehouden. De door de firma Schleicher Schühl te Düren in den handel gebrachte filtreerpapieren munten nog boven het Zweedsche papier in gering aschgehalte en snelheid der filtratie uit. Heeft men geen papier, dat die eigenschap

bezit, dan moet men de vooraf klaargemaakte filters, met een verdund zuur uitloogen, daarna met ruim water afspoelen en tusschen vloeipapier drogen.

Niet alleen behoort goed filtreerpapier zuiver te zijn; het moet ook de vloeistoffen, waarin fijn verdeelde stoffen aanwezig zijn, snel laten doordruppelen.

Fig. 1.



Trechters zijn van glas of porcelein; men zet ze het doelmatigst op een filterhouder, zooals fig. 1 aangeeft.

Enkele stoffen, die een groot specifiek gewicht bezitten, of zoo slijmachtig zijn, dat men ze niet filtreeren kan, laat men afzetten, (decanteeren) waarna men de heldere vloeistof afgiet. Hierbij kan men ook van een hevel gebruik maken.

Op het volgende moet men bij het filtreeren van praecipitaten letten. Indien zij vlokkig, geleiachtig of kristallijn zijn, is de vloeistof, die door den filter gaat, dikwijls troebel. Zeer fijne praecipitaten moet men eerst tijd geven om behoorlijk naar den bodem te zinken, dan de heldere vloeistof eerst doorfiltreeren en daarna den neerslag op den filter brengen. Heet gepraecipiteerde stoffen kan men direct filtreeren, indien althans geene andere oorzaak dit verhindert, omdat warme vloeistoffen sneller filtreeren dan reeds afgekoelde. Somtijds kan men het mede doorgaan van het praecipitaat voorkomen, door de vloeistof te wijzigen, b. v. zwavelzure-baryt gaat met water meestal door den filter; voegt men en echter zoutzuur bij of chloor-ammonium, dan veel minder. Steeds zorge men, dat de filter niet meer dan half gevuld wordt door den neerslag, omdat anders het uitwasschen zeer bemoeielijkt wordt.

Nimmer giete men de vloeistof, die gefiltreerd moet worden, zonder hulp van een roerstaafje op den filter. Ook moet men den rand, waarlangs men de vloeistof laat uitloopen, met een weinig kaarsvet bestrijken. Bij het doorloopen der vloeistof, legt men den trechter tegen den wand van het bekerglas, waarin gefiltreerd wordt, aan, opdat door het druppelen niets van de vloeistof wegspatte.

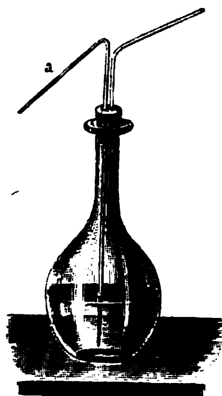
Het gebeurt dikwijls, dat in het glas, waarin de stof gepraecipiteerd wordt, nadat de vloeistof en het praecipitaat op den filter zijn gebracht, kleine deeltjes van den neerslag zoo vast aan de wanden van het glas hechten, dat men ze met uitspoelen er niet uit kan verwijderen. In dit

geval helpt men zich door over het roerstaafje een klein stukje gomelastieke buis te schuiven en hiermee, onder gelijktijdige aanwending van water, langs de wanden van het glas te wrijven, tot alles op den filter verzameld is.

5. HET UITWASSCHEN OF AFZOETEN.

Is het verkrijgen van de vaste stof, die men op een filter verzameld heeft, het doel, dan is men verplicht door aanhoudend uitwasschen de stof van de nog aanhangende oorspronkelijke vloeistof te bevrijden. Hiervoor gebruikt men de spuitflesch, fig. 2. Wanneer men in de stomphoekige buis blaast, wordt een fijne straal water door de spitse buis *a* uitgedreven. Voor het uitspoelen van een praecipitaat uit bekerglazen, snijdt men de buis bij *a* door met een scherp driekant vijltje en verbindt haar opnieuw met een klein stukje gutta-percha buis. Hierdoor kan men den waterstraal naar verschillende punten richten en de laatste deeltjes op den filter spoelen, wanneer men namelijk in de linker- het bekerglas en met de rechterhand de spits vasthoudt.

Fig. 2.



Bij het afzoeten stelle men steeds als regel: onderzoek het laatste water, dat door den trechter afloopt met de gewone reagentiën, of wel, verdamp een gedeelte, om te zien of het doel bereikt is.

Voor het uitwasschen der praecipitaten gebruikt men met voordeel heet water. Hiertoe voorziet men de spuitflesch fig. 2 met een handvatsel, of men ombindt haar met kurkbast. Men kan ook touw in genoegzame dikte om den hals der flesch winden.

Men late steeds de vloeistof, die op den filter staat, behoorlijk afloopen, voor men nieuw water opgiet. Bij het opgieten van water zorge men, dat de randen van het papier tevens behoorlijk uitgewasschen worden.

6. HET UITDAMPEN.

Wanneer men eene opgeloste stof uit eene vloeistof wenscht te verkrijgen, zonder dat men de vloeistof wil behouden, dan maakt men gebruik van het uitdampen. Hierbij wordt de vloeistof in den gasvormigen toestand overgebracht, wat in de meeste gevallen door verwarming geschiedt, doch somtijds ook doordien men water aantrekkende lichamen (chloorcalcium, zwavelzuur) met de vloeistof in een afgesloten ruimte brengt. Het uitdampen geschiedt in porseleinen, zilveren of

platina schalen, hetzij direct over eene spiritus- of gasvlam, of bij stoffen, bij welke de temperatuur van 100° C. niet mag worden overschreden, in een waterbad.

Uitdampingen in droge lucht worden op een zandbad, verwarmde ijzeren platen of wel in het droogstoofje (zie later) bewerkstelligd.

Alkalische vloeistoffen moeten niet in glazen of porseleinen schalen worden uitgedampt, daar deze stoffen het glas merkbaar aantasten, en de vloeistof zeer verontreinigd wordt.

Het waterbad, waarvan het meest gebruik wordt gemaakt, bestaat uit een rond koperen pannetje van circa 20 cM. diameter en 8 cM. hoogte, waarop 4 à 5 losse ringen kunnen gelegd worden, zoodanig dat men groote uitdampschalen en kleine horlogeglazen op het waterbad kan plaatsen; zie later.

7. HET GLOEIEN OF VERBRANDEN.

Het gloeien is voor vaste stoffen, wat het uitdampen is voor vloeistoffen. Men verwijdert de vluchtige of minder vuurvaste bestanddeelen van die stoffen, die men wenscht te bepalen. Hoe ook de toestand bij de afkoeling zij van de stof, die vervluchtigt, of zij gasvormig blijft, vloeibaar of vast wordt, het doet aan de benaming van het gloeien niets af.

Somtijds dient het gloeien van lichamen om uit de verschijnselen, die zich daarbij voordoen, — hetzij ze onverbrandbaar of smeltbaar zijn, of organische lichamen bevatten, — hunne natuur te leeren kennen.

Hierbij gebruikt men gewoonlijk kroesjes of schaaltjes van porselein, platina of zilver, somtijds van ijzer, of glasbuizen, die aan één einde zijn toegesmolten. Zij worden door eene goede *Berzelius*-spirituslamp eene gasvlam of ook door houtskolen verhit.

De regels, die men in bijzondere gevallen moet opvolgen, zullen in een latere afdeeling voor elke stof worden opgegeven.

III.

INSTRUMENTEN EN GEREEDSCHAPPEN.

a. OVER WEEGINSTRUMENTEN EN HET WEGEN.

1. DE BALANS.

Zoo onontbeerlijk als het oog is voor hem, die wil zien en waarnemen, zoo onmisbaar zijn eene goede balans en gewichten voor hem, die wil analyseeren.

Daar het van zeer veel belang is, de al of niet bruikbaarheid eener balans te kunnen onderzoeken, willen wij hier de voornaamste regels opgeven, die men bij het wegen met eene fijne balans moet opvolgen.

De deugd eener balans bestaat in de *juistheid* en *gevoeligheid.*

De juistheid der balans hangt van de volgende gegevens af.

Het zwaartepunt moet onder de as liggen waarom de balans wentelt. Is dit niet het geval, dan kan men de balans niet gebruiken. Indien toch het zwaartepunt juist in de wentel-as lag, zou de balans, bij even zware belasting op elke schaal, dien stand behouden, dien zij op dat oogenblik had, en zou men de balans in elke richting kunnen stellen, zonder dat zij eene horizontale richting zou aannemen. Lag het zwaartepunt boven de wentel-as, dan zou alleen dan de balans eene horizontale richting behouden, wanneer het zwaartepunt loodrecht boven de as lag, maar bij de minste beweging naar eene zijde overhellen zonder zich te herstellen.

De wentel-as moet met de ophangpunten der weegschalen in een volkomen horizontaal vlak liggen. Indien de ophangpunten hooger liggen, dan wordt door toenemende belasting het zwaartepunt verplaatst en kon het gebeuren, dat de balans ophield te schommelen, terwijl bij voortgezette belasting de balans naar de zijde van het gewicht zou overhellen, zonder den horizontalen stand terug te nemen. Liggen zij lager, dan zal door toenemende belasting de balans hoe langer zoo meer ongevoelig worden en een nauwkeurig wegen wordt dus onmogelijk.

De weegbalk moet zoo sterk en duurzaam zijn, dat hij bij het maximum van het gewicht, waarmee de balans kan bezwaard worden, niet doorbuigt; want indien de arm doorboog zouden de ophangpunten der schalen lager komen dan de wentel-as. Uit het vorige blijkt, dat de balans dan zeer ongevoelig zou worden. De beste constructie en tevens de schoonste vorm voor den weegbalk is de uitgeholde ruit.

De armen der balans moeten even lang zijn, dat wil zeggen *de ophangpunten der schalen moeten even ver van het steunpunt verwijderd zijn.* Het is duidelijk, dat eene ongelijkarmige balans naar de zijde van den langsten arm zou overhellen.

De gevoeligheid eener balans wordt voornamelijk door de drie volgende omstandigheden bepaald:

De wrijving der messen op de kussens moet zeer gering zijn. Zij hangt af van den vorm en de stof, waaruit beide vervaardigd zijn.

De messen moeten van deugdzaam staal zijn; de kussens kunnen ook van deze stof zijn, maar beter is het, indien zij van agaat gemaakt worden. Om duidelijk te maken, waarom ook de messen, waaraan de schalen hangen, zoo weinig mogelijk wrijving moeten hebben, stellen wij ons voor, dat de schalen aan stijve draden onbewegelijk aan den weegbalk zijn bevestigd. Met de gevoeligheid zou het er dan zeer slecht uitzien; want indien wij op de eene schaal der balans gewicht

legden, zou zij wel doorslaan, maar deze doorslag zou weldra door den stand der balans opgeheven zijn, omdat de schaal, die belast was, met den balansarm een' rechten hoek moest maken, die naar binnen, terwijl de andere naar buiten gericht zou zijn; hierdoor zou de balans ongelijk van armen worden en het gewicht op den kortsten arm drukken.

Naarmate nu de wrijving der beide eindmessen grooter wordt, zal de balans in eenen toestand geraken, die aan den zoo even beschrevenen gelijk is; zij zal dus ongevoeliger worden.

Het zwaartepunt der balans moet genoegzaam in de nabijheid liggen van het steunpunt. — Hangt men een' bal aan een korten draad, dan zal hij bij eenen gelijken stoot een veel grooteren hoek met zijn loodrechten stand maken, dan wanneer hij aan een' langen draad hing; zoo zal ook de balans door een gelijk overwicht op eene schaal, des te meer uit hare evenwichts-stelling verwijderd worden, naarmate de hefboom kleiner is, en deze dus daardoor een geringen tegenstand bieden aan de schommelingen der balans.

De hefboom of weegbalk moet zoo licht mogelijk zijn.

Bij eene goed vervaardigde balans zal door toenemende belasting de gevoeligheid grooter worden, omdat het zwaartepunt door de belasting meer in de nabijheid komt van het steunpunt.

Wanneer nu de weegbalk zeer zwaar is, zal het zwaartepunt door gelijke belasting op elke schaal weinig verandering ondergaan, daardoor wordt de vermeerderde wrijving op de draagpunten niet opgeheven, en de balans zal dientengevolge bij toenemende belasting ongevoelig worden.

Om nu de juistheid en gevoeligheid eener balans te onderzoeken, slaat men den volgenden weg in. Vooraf een en ander, dat reeds dadelijk op het oog af kan worden beoordeeld.

1. Een balans, die met 75 gram op elke schaal kan belast worden, is voor bijna alle onderzoekingen voldoende.
2. Tegen stof moet de balans voorzien zijn van een goed sluitende glazen kast, die niet te klein mag zijn. Eene schuif, die gemakkelijk te bewegen is, opdat men na het afleggen der gewichten, bij afgesloten lucht kunne wegen, moet aanwezig zijn. Openslaande deurtjes zijn minder verkieselijk.
3. De balans moet men in rust kunnen stellen, wanneer de kast geheel gesloten is. Deze vastzetting moet afzonderlijk zijn voor den weegbalk en voor de schalen.
4. De weegbalk moet in tiende deelen verdeeld zijn, zoodat men met een haakje van een centigram zwaarte, milligrammen kan wegen. Het verschuiven van dit haakje moet door een leistang, buiten de kast aangebracht, geschieden. Het wegen met milligrammen is zeer onaangenaam bij de kleinheid der gewichten. De inrichting, onder 4 opgegeven, mag dus niet ontbreken.
5. Een nivelleer-toestelletje of waterpas, om de drie draagpunten in

horizontale richting te brengen, kan niet gemist worden. Staat de balans op 3 schroeven, dan is het zeer gemakkelijk haar waterpas te stellen.

6. De balans moet verder eene schroef hebben, waarmee men het zwaartepunt kan regelen; deze wordt aangebracht òf boven het middelste mes, òf aan de naald, die de slingeringen aantoont op een graadboog. Twee andere schroefjes aan de uiteinden van den weegbalk, dienen om de gelijkarmigheid, wanneer die verstoord mocht zijn, te herstellen.

a) De balans wordt, indien de schalen niet volkomen gelijk zijn, door de schroeven of door een strookje bladtin volkomen gelijk gemaakt. Legt men nu een milligram op eene der schalen, dan moet de balans een zeer grooten doorslag geven. Eene goede balans slaat met $^1/_{10}$ milligram door.

b) Men legt op de beide schalen het gewicht, waarop de balans verkocht is, b. v. voor 50 of 100 gram, maakt volkomen evenwicht en legt een milligram bij. De dooorslag, dien men hierbij verkrijgt, mag niet veel verschillen met den doorslag, verkregen bij onbelaste schalen. Natuurlijk zal de balans veel langzamer schommelen.

c) Eene balans, die volkomen gelijke armen heeft, zal, wanneer zij gelijk gemaakt is, geen doorslag geven, als men het gewicht van de linker op de rechter schaal legt of omgekeerd. Men legt b. v. 20 gram op de rechter schaal en maakt door een glazen buisje, met hagel te vullen, op de linker volkomen evenwicht: nu verwisselt men, legt het gewicht op de linker, de tarra op de rechter schaal en ziet of er evenwicht is gebleven.

d) Indien het kussen, dat op de eindmessen hangt, te veel speelruimte bezit, kan het zich eenigszins verplaatsen en daardoor de balans onjuist worden; men onderzoekt dit door de balans gelijk te maken en eenige malen achter elkander in rust te zetten, hierdoor zal eene kleine beweging ontstaan, die de naald doet slingeren; is de balans nauwkeurig, dan komt de naald weer op het midden of 0 terug.

Eene goede balans moet volkomen aan de voorwaarden *a*, *b* en *d* voldoen. Voor vocht en schadelijke dampen moet men de balans vrijwaren, daar door deze de messen licht oxydeeren, waardoor de balans ongevoelig of onjuist zou worden. Binnen de glazenkast, die haar omsluit, zet men een glas met potasch of chloorcalcium. Is dit vochtig geworden, dan gloeit men het uit.

2. DE GEWICHTEN.

Het gram-gewicht, dat wegens de gemakkelijkheid der berekening door bijna alle scheikundigen is aangenomen, behoeft voor de analyse niet volkomen normaalgewicht te zijn. Het is echter noodzakelijk, da

de gewichten onderling overeenstemmen en dus 1 milligram werkelijk het $^1/_{1000}$ gedeelte, een centigram het $^1/_{100}$ van een gram is, en 20 grammen nauwkeurig het 20voudige gewicht van *een* gram uitmaken.

Voor de meeste analysen is het voldoende een stel te bezitten, dat van 50 gram tot 1 milligram afdaalt.

De gewichten bewaart men in een doosje, waarin elk gewicht, ook het kleinste, zijn eigen plaats heeft.

De vorm der grootere gewichten is die van een omgekeerden afgesneden kegel; de kleinere van af 0,4 gram zijn het doelmatigst, wanneer zij van platina*draad* gebogen zijn in □ △ /\ | vormen. Daar zij niet doorbuigen en gemakkelijk met het pincet zijn op te nemen, vergist men zich minder, dan wanneer zij van platinablik zijn vervaardigd met geslagen letters en nummers.

Om te onderzoeken of de gewichten onderling nauwkeurig zijn, legge men op de eene schaal 1 gram en make evenwicht door op de andere schaal eene tarra te leggen, die men van hagel, koperblik of dergelijke, doch niet van papier vervaardigt. Heeft men evenwicht, dan neemt men het gram weg en zet het 2e gram op, dan *al* de kleine gewichten en ziet of men doorslag krijgt; hierbij mag niet de minste doorslag voorkomen. Nu legt men de 2 gram op de eene schaal, de beide enkele grammen op de andere en zoo vervolgens, tot al de gewichten op de rij af genomen zijn.

De grootere met al de kleinere gewogen, mogen niet meer dan $^2/_{10}$ milligram verschillen.

Om onnauwkeurige gewichten nauwkeurig te maken, ga men op de volgende wijze te werk. Men draaie het knopje van het stuk gewicht af en voege er, als dit noodig is, kopervijlsel bij, of wel, men neme er met eene zeer fijne vijl iets af. Dat werk vereischt natuurlijk veel geduld.

3. HET WEGEN.

Onder wegen verstaat men in algemeenen zin het bepalen der zwaarte van een lichaam, uitgedrukt in een onder cijfers gebracht bepaald gewicht. In het dagelijksch leven legt men daartoe de stof, die gewogen moet worden, op eene schaal, en maakt door het opleggen van verschillende gewichten evenwicht. De som der gewichten is gelijk aan het gewicht van het lichaam. Men noemt dit directe weging.

Heeft men eene balans, die aan alle vereischten voldoet, dan is het volkomen hetzelfde op welke schaal men de stof, die gewogen moet worden, legt. Heeft de balans echter gebreken, dan moet men de stof altijd op eene en dezelfde schaal leggen. Indien toch de balans ongelijke armen heeft, zou men, als zij in evenwicht gebracht en de stof op de schaal van den langsten arm gelegd ware, te weinig en omgekeerd, te veel hebben afgewogen.

Is eene balans niet nauwkeurig in evenwicht, al zijn de armen even lang, dan moet men, om nauwkeurig te kunnen wegen, de stof steeds in een schaaltje of kroesje wegen. Hierbij is het noodzakelijk het gewicht op dezelfde schaal te leggen en te zorgen, dat het verschil der schalen niet verandert gedurende eene analyse.

Uit het voorgaande kan men de beide volgende regels stellen:

1. Bij het wegen legt men steeds de stof op de linker, de gewichten op de rechter schaal.
2. Is men zeker, dat geen ander persoon gebruik van de balans heeft gemaakt, dan behoeft men gedurende eene analyse de balans voor elke weging niet nauwkeurig in evenwicht te stellen; wordt echter de balans door meer dan een persoon gebruikt, dan is een nauwkeurig instellen noodzakelijk, omdat men niet weet of er verandering is gekomen in het oorspronkelijk evenwicht.

De nauwkeurigste weging verkrijgt men door *substitutie*, ook al is de balans onnauwkeurig

Wanneer wij op de linker schaal der balans een horlogeglas leggen, op de rechter schaal eene willekeurige tarra van hagel of iets anders en daarmee volkomen evenwicht maken, dan nemen wij van de linker het horlogeglas af en leggen gewicht daarvoor in de plaats, tot weer evenwicht is ingetreden; het opgelegde gewicht zal dan zeer nauwkeurig het gewicht van het horlogeglas aangeven, ook al was de balans ongelijkarmig of niet in evenwicht.

Bij het nauwkeurig afwegen van stoffen, die naar hunne handelswaarde onderzocht worden, moet onbepaald de substitutie-weging worden toegepast.

De volgende voorschriften moet elk, die scheikundige analysen maakt, bij het wegen in het oog houden:

1. Bij vele wegingen van dezelfde stof, of bij veel analysen te gelijk, neemt men een standvastig gewicht der stof, door substitutie, b. v. 5 gram. Hoewel dit schijnbaar omslachtiger is dan het direct afwegen, bespaart het tijd en moeite, terwijl eene rekenfout minder gemakkelijk voorkomt. Een practisch voorbeeld zal dit ophelderen. Stel dat op een dag 30 suikermonsters naar hun gehalte aan suiker, asch en water moeten bepaald worden, en dat men er op ingericht is 10 monsters te gelijk te kunnen verbranden en drogen. Volgt men nu de directe weging, dan heeft men 1° kans op onjuiste weging, 2° moet men 60 regels van drieën maken voor de berekening der percenten asch en water, waarbij men licht eene fout kan begaan. De tijd voor het uitrekenen en overrekenen duurt ook veel langer dan wanneer men, het gewicht der droogglazen kennende, door substitutie 5 gram afweegt, eenmaal voor de asch en eenmaal voor de droging. De milligrammen asch of 't gewichtverlies bij de droging maal 0,02 geven direct de percenten aan.

Door deze weging verkrijgt men nauwkeurige resultaten en de rekenfouten worden genoegzaam geheel vermeden. Hierbij komt nog, dat men, door aanhoudend dezelfde hoeveelheid af te wegen eene groote vlugheid verkrijgt in het nemen der hoeveelheid en eene substitutieweging dus niet meer tijd vordert dan eene directe weging.

2. Bij het opleggen der gewichten moet men niet nu een groot en dan een klein gewicht nemen voor het maken van evenwicht, maar behoort men streng naar volgorde op te leggen, waardoor men veel spoediger zijn doel zal bereiken.
3. Bij gelijke nauwkeurigheid is het veel gemakkelijker door middel van het centigramhaakje op den verdeelden arm der balans de milligrammen te wegen, dan door het op de schaal leggen der laatsten.
4. Het opschrijven der gewichten is dikwijls eene bron van onjuistheden. Doelmatig is het, het ontbrekende gewicht op te schrijven en bij het inleggen in het doosje te controleeren. Ook moet men zich gewennen de tarra steeds onder en de stof + tarra boven te schrijven en niet omgekeerd.
5. Heeft men de balans niet in rust gesteld, dan moet men nimmer iets aan de schalen veranderen, hetzij door het wegnemen of opleggen van gewichten of te wegen stoffen. De balans zou anders in korten tijd onbruikbaar worden.
6. Op de schalen zelve mag nimmer iets opgelegd worden; men moet steeds gebruik maken van een schaaltje, kroes of horlogeglas (papier is onbruikbaar) om de stof af te wegen.
7. Stoffen, die water aantrekken, weegt men tusschen goed afgeslepen horlogeglazen, of in een afgesloten buisje; — vloeistoffen in kleine bekerglaasjes of met glazen stopjes voorziene fleschjes.
8. Voorwerpen of stoffen, gegloeid of verwarmd, moeten behoorlijk afgekoeld zijn, vóór ze gewogen worden.

4. SPECIFIEK GEWICHT.

De volgende wet, die men aan Archimedes verschuldigd is: *een lichaam in een vloeistof gedompeld, verliest juist zooveel aan gewicht, als het gewicht der verplaatste vloeistof bedraagt*, heeft ons een voortreffelijk middel gegeven om het speciefiek gewicht van vaste en vloeibare lichamen te berekenen.

Het drukt een getal uit, dat aangeeft hoeveel maal zwaarder een lichaam is dan een gelijk volume water, en de bepaling van het specifiek gewicht van suikeroplossingen, is de grondslag eener methode van suikerbepaling geworden.

Natuurlijk mag, zal de bepaling juist zijn, de suikeroplossing niet veel vreemde stoffen, geen suiker zijnde, opgelost houden, daar deze opgeloste stoffen noodzakelijk hunnen invloed op het specifiek gewicht geldend maken.

De bepaling van het specifiek gewicht geschiedt op verschillende wijzen. De eenvoudigste wijze is het gebruik der areometer of densimeter.

De in fig. 3 als areometer van Beaumé voorgestelde areometer is de gewone vorm. Het is een holle rondom gesloten glazen cylinder, die in zijn bovenste deel een op papier gedrukte schaal omsluit en door een bepaald gewicht kwik of looden hagelkorrels in een kogel aan het ondereinde loodrecht in de vloeistof drijvend gehouden wordt.

Het gebruik der areometer, berust op de physische wet, dat bij gelijk gewicht van twee verschillende vloeistofhoeveelheden, de grootte der ruimte of hun volume in omgekeerde verhouding tot het specifiek gewicht staat. *Hoe grooter het volume bij gelijk gewicht, hoe kleiner het specifiek gewicht.*

B.v. 100 g.	geconcentreerd zwavelzuur	vult een volume van	54,4 cM³
100 „	gedestilleerd water	„ „ „ „	100.— „
100 „	absolute alcohol	„ „ „ „	126.5 „

nu is het gewicht van 1 cM³ of het specifiek gewicht

van	zwavelzuur	1.84
„	water	1.00
„	alcohol	0.79

5. DE AREOMETER VAN BEAUMÉ.

Deze algemeen verspreide vochtweger, door den Parijschen apotheker Beaumé vervaardigd, waarvan fig. 3 de afbeelding geeft, bestaat geheel uit glas. Hij wordt in vloeistoffen drijvende gehouden door een grooten bol met lucht en is stabiel door den kleineren ondersten bol, die met kwik gevuld is. Voor zware vochten heeft dit instrument eene schaalverdeeling, die, in den langen steel aangebracht, van boven begint met 0, naar beneden dikwijls tot 70° gaat. Deze verdeeling is zeer willekeurig genomen, daar een wetenschappelijk beginsel bij de vervaardiging ontbreekt. Beaumé maakte eene oplossing van 1 deel keukenzout op 9 deelen water en noemde het punt, waarbij de areometer indompelde 10. De tusschenruimte werd verdeeld in 10 deelen of graden, en de verdeeling in gelijke mate boven het punt 10 en onder het punt 0 voortgezet. Voor vloeistoffen, die zwaarder dan water zijn, was het waterpunt met 0 geteekend en telde men de graden naar beneden. Voor lichtere vochten was het waterpunt 10 en telde men de graden naar boven. Het is duidelijk, dat dit instrument noch het specifiek gewicht noch het gehalte van eene vloeistof aantoont.

6. DE AREOMETER VAN GAY-LUSSAC.

De volume-meter van Gay-Lussac verdient, wat de schaalverdeeling betreft, boven alle andere gesteld te worden. De vorm komt met fig. 3 over-

Fig. 3.



een en is de oorspronkelijke algemeene vorm van den areometer, want hij geeft verder niets aan, dan *de grootte van het volume eener vloeistof, waarvan het gewicht met dat van den areometer gelijk staat*. Door dezen hoofdregel, die buitendien het voordeel heeft, dat hij bij elke weging het beginsel van het instrument in herinnering brengt, en iedereen die het gebruikt, tot juiste waardeering daarvan uitnoodigt, kan men den volume-meter tot het meten van *alle* vloeistoffen gebruiken. Door eenvoudige berekening kan men het gehalte aan vaste of vloeibare lichamen in de gepeilde stof bepalen uit het specifiek gewicht der laatste, door het daarmede overeenkomend gevonden volume.

De door Gay-Lussac geconstrueerde volume-meter is de eenvoudigste en rationeelste.

Hij gaf aan het punt, tot waar het instrument in water zinkt, het getal 100 en bracht boven en onder dit punt de overige deelstrepen zóó aan, dat elk tusschen twee deelstrepen vallend buis-volume $\frac{1}{100}$ van het in water zinkende volume bedroeg. Van dit punt 100 (zie fig. 3, x) — het waterpunt — telde hij opwaarts voor het volume boven 100, en benedenwaarts voor het volume onder 100. Het instrument wijst te gevoeliger aan, naarmate het tusschen twee deelstrepen liggende volume grooter is, en ook hoe nauwer en langer de buis in verhouding tot het geheele volume van het instrument is. Daar echter in de practijk zeer dunne en lange buizen niet goed te gebruiken zijn, verdeelt men de schaal op twee instrumenten, waarvan een voor vloeistoffen, zwaarder dan water, met het waterpunt bovenaan, en het andere voor vochten, lichter dan water, met het waterpunt aan het benedeneinde der schaal. Het specifiek gewicht der onderzochte vochten verkrijgt men onmiddellijk door deeling van de gevonden volumemetergraden in het vaste watervolume 100. Zinkt b.v. het eerste instrument tot de verdeelstreep 90 (Fig. 4) dan bedraagt het specifiek gewicht van het vocht volgens den hierboven aangevoerden regel: „de specifieke gewichten verhouden zich omgekeerd als het volume”, $\frac{100}{90} = 1{,}11$.

Volgens denzelfden regel komt eene indompeling van het andere instrument tot de verdeelstreep 120 (Fig. 5) met een specifiek gewicht van 0,833 overeen, want $\frac{100}{120} = 0{,}833$.

Men ziet, dat de rekening omgekeerd geschiedt als bij de bepaling van het specifiek gewicht door weging; daar is namelijk het watergewicht deeler, hier is het watervolume deeltal.

Fig. 4 en 5 geven in de graden *links*, de $\frac{1}{100}$ van het watervolume (100) verschillende volumen, en in de graden *rechts* de $\frac{1}{10}$ van het specifiek gewicht van water (1) verschillende specifieke gewichten der vloeistoffen aan. Deze dubbele schaal laat duidelijk de onderlinge verhouding tusschen volumen en specifieke gewichten doorschemeren; men ziet dadelijk, dat gelijke volumeverschillen niet overeenkomen met gelijke verschillen van het specifiek gewicht; de verschillende graden der laatste zijn in verhouding van het volume te kleiner, naarmate twee verdeelstrepen of graden dichter bij elkander liggen, of het vocht specifiek zwaarder is. Zulk een ongelijkheid der graden maakt natuurlijk het gelijkmatig verdeelen moeielijker en het aflezen minder nauwkeurig. Daarom verdienen volume meterschalen welker graden alle gelijk zijn, in het algemeen de voorkeur. Men kan ze veel nauwkeuriger verdeelen, en gedeelten van graden kan men bij het wegen veel nauwkeuriger bepalen. Voor het eventueele, in veel gevallen zeer aan te raden gebruik derzelve, diene de volgende tabel II, waaruit de verhouding tusschen volume en specifiek gewicht gemakkelijk te zien is.

Fig. 4.

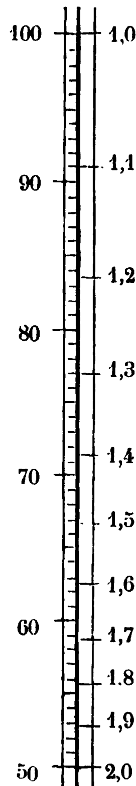
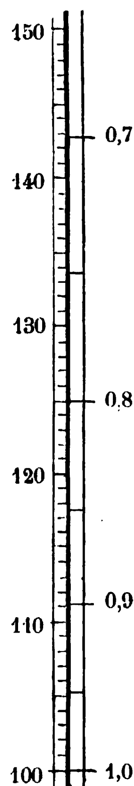


Fig. 5.



TABEL II.

Specifiek gewicht.	Daarmede overeenkomende volume-graden.	Specifiek gewicht.	Daarmede overeenkomende volume-graden.
2.0	50.00	1.1	90.90
1.9	52.63	1.0	100
1.8	55.55	0.95	105.26
1.7	58.82	0.90	111.11
1.6	62.50	0.85	117.64
1.5	66.66	0.80	125.00
1.4	71.43	0.75	133.33
1.3	76.92	0.70	142.85
1.2	83.33		

7. DE DENSIMETER.

Hetgeen in de vorige regels omtrent de specifiek-gewichtsbepaling met den volume-meter is gezegd, is, in zekeren zin, van toepassing op de dichtheidsmeters, die door de administratie der accijnsen gebruikt worden ter bepaling van de dichtheid der suikersappen. De vorm verschilt weinig van de gewone areometers, alleen is de luchtbol grooter en de steel dunner. Voor de vervaardiging der verdeeling gebruikt men oplossingen van zwavelzuur in water, die nauwkeurig het spec. gewicht 1.03—1.06 en 1.09 hebben, bij eene temperatuur van 15° C.; de onderdeelen worden in $^1/_{10}$ deelen verdeeld; bij zeer nauwkeurige in $^1/_{20}$ deelen.

De administratie der accijnsen noemt de honderdste deelen graden, de duizendste $\frac{1}{10}$ graden en belast den suikerfabrikant voor elken graad bij 15° C. per hectoliter van het beetwortelsap met 1.50 K° geraffineerde suiker of met andere woorden, hij moet aan accijns betalen voor elken hectoliter sap van 1 graad bij 15° C. ƒ0.40⁵, de 100 K° geraffineerde suiker gerekend tegen ƒ 27.—. Daar nu ook $\frac{1}{10}$ graden worden berekend, is het duidelijk dat èn de fabrikant èn de administratie belang er bij hebben, dat nauwkeurige densimeters worden gebruikt. De speling evenwel, die bij de vervaardiging en keuring wordt toegelaten, bedraagt $\frac{1}{20}$ graad boven en beneden den standaard. De fabrikant der densimeters kan dus deze ter keuring aanbieden, al verschillen zij $\frac{1}{10}$ graad. Dit veroorzaakt dikwijls, dat de densimeters der suikerfabrikanten met die

der administratie $\frac{1}{10}$ graad verschillen en daar beiden voorzien zijn van een teeken, waaruit hunne nauwkeurigheid blijkt, geeft dit aanleiding tot moeielijkheden, die men kon vermijden, door den leverancier van densimeters te verplichten, volkomen étalon of standaard te maken, en hem daarvoor desnoods iets meer te betalen.

Bij het wegen met areometers moet men vooral letten op de temperatuur der vloeistof en geene andere opgave als nauwkeurig aannemen, dan die bij de temperatuur, waarop het instrument is gemaakt, wordt afgelezen. In Tabel III vindt men het gehalte van suiker in oplossingen van 15° en 25° Celsius. Het gebruik daarvan is gemakkelijk voor hen in Indië, die een stel densimeters hebben welk bij 15° C. geëtaloneerd zijn.

TABEL III.

DENSITEITSTABEL, aanwijzende de percenten suiker in suikeroplossingen, wanneer de densimeter het soortelijk gewicht aantoont bij 15° en 25° Celsius.

Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker
15°	25°		15°	25°		15°	25°		15°	25°	
1.000	0.998	0.00	1.021	1.019	5.35	1.042	1.040	10.45	1.063	1.061	15.40
1.001	0.999	0.25	1.022	1.020	5.55	1.043	1.041	10.70	1.064	1.062	15.65
1.002	1.000	0.55	1.023	1.021	5.80	1.044	1.042	10.95	1.065	1.063	15.85
1.003	1.001	0.75	1.024	1.022	6.05	1.045	1.043	11.15	1.066	1.064	16.05
1.004	1.002	1.05	1.025	1.023	6.30	1.046	1.044	11.40	1.067	1.065	16.30
1.005	1.003	1.25	1.026	1.024	6.55	1.047	1.045	11.65	1.068	1.066	16.55
1.006	1.004	1.55	1.027	1.025	6.80	1.048	1.046	11.85	1.069	1.067	16.75
1.007	1.005	1.80	1.028	1.026	7.05	1.049	1.047	12.10	1.070	1.068	17.00
1.008	1.006	2.05	1.029	1.027	7.30	1.050	1.048	12.35	1.071	1.069	17.25
1.009	1.007	2.30	1.030	1.028	7.55	1.051	1.049	12.60	1.072	1.070	17.45
1.010	1.008	2.55	1.031	1.029	7.80	1.052	1.050	12.85	1.073	1.071	17.65
1.011	1.009	2.80	1.032	1.030	8.05	1.053	1.051	13.05	1.074	1.072	17.90
1.012	1.010	3.05	1.033	1.031	8.25	1.054	1.052	13.25	1.075	1.073	18.15
1.013	1.011	3.30	1.034	1.032	8.50	1.055	1.053	13.45	1.076	1.074	18.35
1.014	1.012	3.55	1.035	1.033	8.75	1.056	1.054	13.70	1.077	1.075	18.55
1.015	1.013	3.80	1.036	1.034	9.00	1.057	1.055	13.95	1.078	1.076	18.80
1.016	1.014	4.10	1.037	1.035	9.25	1.058	1.056	14.25	1.079	1.077	19.05
1.017	1.015	4.35	1.038	1.036	9.50	1.059	1.057	14.45	1.080	1.078	19.25
1.018	1.016	4.60	1.039	1.037	9.75	1.060	1.058	14.70	1.081	1.079	19.50
1.019	1.017	4.85	1.040	1.038	9.95	1.061	1.059	14.95	1.082	1.080	19.75
1.020	1.018	5.05	1.041	1.039	10.20	1.062	1.060	15.15	1.083	1.081	19.95

Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker	Densimeter wijst bij		% suiker
15°	25°		15°	25°		15°	25°		15°	25	
1.084	1.082	20.15	1.100	1.098	23.65	1.116	1.114	27.15	1.132	1.130	30.45
1.085	1.083	20.35	1.101	1.099	23.90	1.117	1.115	27.35	1.133	1.131	30.65
1.086	1.084	20.50	1.102	1.100	24.15	1.118	1.116	27.55	1.134	1.132	30.90
1.087	1.085	20.85	1.103	1.101	24.35	1.119	1.117	27.75	1.135	1.133	31.15
1.088	1.086	21.05	1.104	1.102	24.55	1.120	1.118	27.95	1.136	1.134	31.35
1.089	1.087	21.25	1.105	1.103	24.75	1.121	1.119	28.15	1.137	1.135	31.55
1.090	1.088	21.50	1.106	1.104	24.95	1.122	1.120	28.40	1.138	1.136	31.75
1.091	1.089	21.75	1.107	1.105	25.20	1.123	1.121	28.65	1.139	1.137	31.95
1.092	1.090	21.95	1.108	1.106	25.45	1.124	1.122	28.85	1.140	1.138	32.15
1.093	1.091	22.15	1.109	1.107	25.65	1.125	1.123	29.05	1.141	1.139	32.35
1.094	1.092	22.35	1.110	1.108	25.85	1.126	1.124	29.25	1.142	1.140	32.55
1.095	1.093	22.60	1.111	1.109	26.05	1.127	1.125	29.45	1.143	1.141	32.75
1.096	1.094	22.85	1.112	1.110	26.25	1.128	1.126	29.65	1.144	1.142	32.95
1.097	1.095	23.05	1.113	1.111	26.45	1.129	1.127	29.85	1.145	1.143	33.15
1.098	1.096	23.25	1.114	1.112	26.70	1.130	1.128	30.05	1.146	1.144	33.35
1.099	1.097	23.45	1.115	1.113	26.95	1.131	1.129	30.25	1.147	1.145	33.55

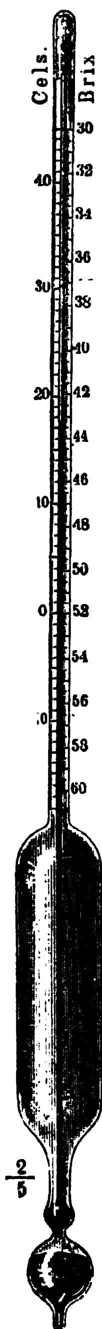
De vloeistof wordt in een lang glas, (het proefglas), dat wijdte genoeg heeft om den areometer vrij te doen drijven, gedaan. Schuim of bellen worden behoorlijk verwijderd en het glas op een horizontaal vlak gezet, zoodat de areometer loodrecht staat. Men plaatst nu het oog in eene horizontale lijn met het waterpasvlak der vloeistof en noteert het punt, waarbij de areometer op die lijn is ingezonken.

Hoewel de areometers voor bijna alle practische doeleinden in de nijverheid volkomen voldoen, is deze weging niet zeer nauwkeurig; vooral wanneer men het specifiek gewicht van vloeistoffen, waarvan men weinig heeft, moet bepalen. De directe bepaling door weging op een fijne balans geeft de beste resultaten.

8. SACCHAROMETER VAN BRIX.

In de practijk wordt echter de voorkeur gegeven aan toestellen, die de hoeveelheid opgeloste stoffen in de onderzochte vloeistof, hier dus de suiker, in percenten dadelijk en zonder behulp van tabellen doen aflezen. Men kan op de punten der schaal van een areometer-densimeter, waar de specifieke gewichten genoteerd staan, de op de tabellen daarmee overeenkomstige gewichtspercenten suiker noteeren: dan heeft men een zoogenaamden saccharometer, bij welks gebruik men geen tabellen noodig heeft.

Fig. 6.



Heeft men een zuivere suikeroplossing, waarvan het specifiek gewicht 1,08320 is, dan geeft men dit punt het getal 20,0, dat nu uitdrukt, dat in 100 gewichtsdeelen der vloeistof 20 gewichtsdeelen suiker opgelost zijn. Voor de getallen 1,06566 of 1.04852 zou men op den saccharometer 16,0 en 12,0 vinden en dus in de oplossingen bij inzinking tot deze punten, 16,0 en 12,0 % suiker hebben gevonden.

De verdeeling op deze wijze is eerst door Balling ingevoerd en later door Brix opnieuw berekend en gecontroleerd. Men noemt den saccharometer dus Balling of Brix en de afgelezen graden Bg of Bx. De kleine verschillen, die in beider saccharometers voorkomen, hebben weinig te beteekenen en worden in de practijk niet opgemerkt. Zie Fig. 6.

Bij alle bepalingen met den areometer is het absoluut noodzakelijk, dat de onderzochte vloeistoffen de zoogenaamde *normale temperatuur* hebben.

Onder normale temperatuur wordt verstaan, die temperatuur, waarbij het instrument gemaakt en gejusteerd is. Deze temperatuur staat gewoonlijk op de schaal genoteerd, en de gewone normale temperatuur bij ons is 15° C. en bij onze Duitsche buren 17½° C.

Goede saccharometers zijn voorzien van een thermometer, om gedurende de aflezing ook de juiste temperatuur van de vloeistof te kunnen aflezen. De schaalverdeeling van den thermometer bevindt zich in den hals naast de schaalverdeeling van den areometer of in het wijdere benedendeel. In dit laatste geval is de aflezing moeilijk bij gekleurde of donkere oplossingen. Zie nevenstaande figuur.

Wanneer de vloeistof een hoogere of lagere temperatuur bezit dan de normale, moet nu door afkoeling of verwarming, deze op de normale temperatuur gebracht worden.

Men kan echter, ook voor het dagelijksche gewone werk, wanneer de temperatuur niet al te veel afwijkt, de afgelezen graden, specifieke gewichten of percenten, door bijvoeging wanneer de temperatuur hooger, en door aftrekking wanneer deze lager is, eene kleine correctie geven.

Voor den saccharometer heeft Stammer een tabel samengesteld die op volgende wijze dienst doet:

Heeft men eene suikeroplossing bij 25,0° C. in plaats van bij normaaltemperatuur 17,5° C. gewogen en 20,0° Bx afgelezen, dan vindt men op de tabel, op de verticale

Tabel IV.

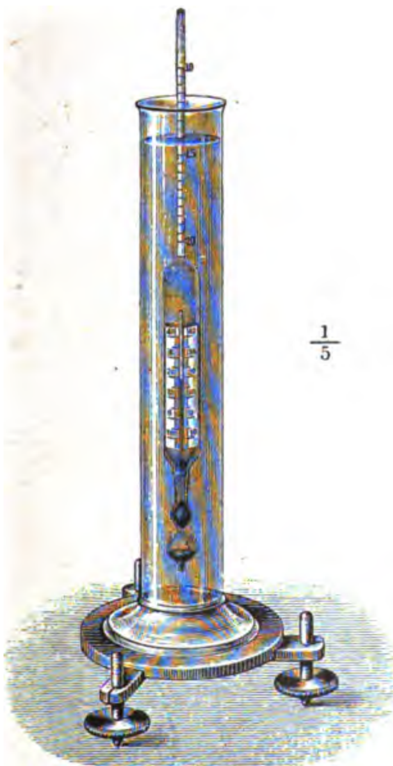
Correctie-tabel op de aflezing van den Saccharometer bij verschillende temperatuur tot 17,5° C.

Temperatuur Celsius	Graden Brix der oplossing.												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	75
	Aflezing te verminderen met:												
0°	0.17	0.30	0.41	0.52	0.62	0.72	0.82	0.92	0.98	1.11	1.22	1.25	1.29
5	0.23	0.30	0.37	0.44	0.52	0.59	0.65	0.72	0.75	0 80	0.88	0.91	0.94
10	0.20	0.26	0.29	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.50	0.54	0.58	0.61
11	0.18	0.23	0.26	0.28	0.31	0.34	0.36	0.39	0.41	0.43	0.47	0.50	0.53
12	0.16	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.33	0.34	0.36	0.40	0.42	0.46
13	0.14	0.18	0.19	0.21	0.22	0.24	0.26	0.27	0.28	0.29	0.33	0.35	0.39
14	0 12	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.22	0.23	0.26	0.28	0.32
15	0.09	0.11	0.12	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.16	0.17	0.19	0.21	0.25
16	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16	0.18
17	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
	De aflezing te vermeerderen met:												
18	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
19	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.06
20	0.11	0.14	0.15	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18	0.15	0.11
21	0.16	0.20	0.22	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.25	0.22	0.18
22	0.21	0.26	0.29	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34	0.32	0.29	0.25
23	0.27	0.32	0.35	0.37	0.38	0.39	0.39	0.39	0.40	0.42	0.39	0.36	0.33
24	0.32	0.38	0.41	0.43	0.44	0.46	0.46	0.47	0.47	0 50	0.46	0.43	0.40
25	0.37	0.44	0.47	0.49	0.51	0.53	0.54	0.55	0.55	0.58	0.54	0.51	0.48
26	0.43	0.50	0.54	0.56	0.58	0.60	0.61	0.62	0.62	0.66	0.62	0.58	0.55
27	0.49	0.57	0.61	0.63	0.65	0.68	0.68	0.69	0.70	0.74	0.70	0.65	0.62
28	0.56	0.64	0.68	0.70	0.72	0.76	0.76	0.78	0.78	0.82	0.78	0.72	0.70
29	0.63	0 71	0.75	0.78	0.79	0.84	0.84	0.86	0.86	0.90	0.86	0.80	0.78
30	0.70	0.78	0.82	0.87	0.87	0.92	0.92	0.94	0.94	0.98	0.94	0.88	0.86
35	1.10	1.17	1.22	1.24	1.30	1.32	1.33	1.35	1.36	1.39	1.34	1.27	1.25
40	1.50	1.61	1.67	1.71	1.73	1.79	1 79	1.80	1.82	1.83	1.78	1.69	1.65
50	—	2.65	2.71	2.74	2.78	2.80	2.80	2.80	2.80	2.79	2.70	2.56	2.51
60	—	3.87	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.90	3.82	3.70	3.43	3.41
70	—	—	5.18	5.20	5.14	5.13	5.10	5.08	5.06	4.90	4.72	4.47	4.35
80	—	—	6.62	6.59	6.54	6.46	6.38	6.30	6.26	6.06	5.82	5.50	5.33

lijn der 20 graden, waar deze kruist met de horizontale lijn bij 25° C. het cijfer 0,51; het bedrag der aflezing wordt dus 20,51° Bx.

Voor de densiteitswegers dient tabel II en wordt gebruikt voor die spec. gew. wegers in Indië, die bij 15,0° C. gemaakt zijn, de waarnemingstemperatuur op 25,0° C. stellend. Zijn de wegers gemaakt bij 25° C. dan heeft men de tabel niet noodig.

Fig. 7.



De nauwkeurigheid van een areometer is te grooter, naarmate de steel van den weger in verhouding van het volume van den geheelen weger is. De verdeeling wordt daardoor ruimer, en dus de aflezing nauwkeuriger.

Bij het gebruik van een areometer is het van veel belang, dat de areometer geheel vrij drijft, en dus de zijden van het proefglas niet raakt. Men kieze dus niet te nauwe weegcylinders of zoogen. molglazen. Voor nauwkeurige aflezingen maakt men gebruik van een tafel op drie schroeven, waarmee men het weegglas een zoodanige stelling kan geven dat de areometer vrij drijft. Zie fig. 7.

Het indompelen van den weger in de vloeistof geschiedt langzaam en voorzichtig, zorgdragend dat zoo weinig mogelijk van het bovendeel van den steel vochtig wordt.

Het oog op gelijke hoogte met de vloeistof brengend, leest men dat cijfer der schaal af, dat met de oppervlakte der vloeistof een rechte lijn vormt. Door de adhaesie steigt de vloeistof rondom den steel des areometers een weinig hooger op. De aflezing zou dus te laag uitvallen als men er bovenop ziende, wilde aflezen.

9. BALANS VOOR DE BEPALING VAN HET SPECIFIEK GEWICHT.

F. Mohr [1]) heeft eene balans voor de bepaling van het specifiek gewicht van vloeistoffen vervaardigd, die zoowel door nauwkeurigheid als gemakkelijkheid in het gebruik zeer aan te bevelen is.

---

[1]) Zie zijn Lehrbuch der Pharmaceutischen Technik, 3 Aufl. S. 376.

Men gebruikt hiervoor een fijne balans, met een weegbalk van ongeveer 26 cM. De eene arm wordt van het steunpunt tot het ophangpunt in 10 gelijke deelen verdeeld. De deelstrepen worden met een fijne vijl op den bovenkant des arms ingesneden en van het midden af met oploopende getallen van 1—9 voorzien.

Fig. 8.



Men trekt nu een glasbuisje, zooals fig. 8 in natuurlijke grootte aangeeft, tot een lange punt uit, doet er zooveel kwik in of fijne hagel, dat het in eene vloeistof van het spec. gewicht 2.— nog onderzinkt, smelt de punt toe en buigt er een oog aan. In dit oog draait men een fijnen platina-draad van 13 cM. lengte; aan het andere einde van den platina-draad bevestigt men een klein koperen ringetje. Met dit ringetje wordt het drijvertje in de plaats der weegschaal aan den verdeelden arm der balans gehangen, zooals fig. 9 aangeeft. Aan den anderen arm wordt een licht schaalje opgehangen met een doosje, waarin zooveel tegenwicht is geplaatst, tot het drijvertje volkomen evenwicht maakt.

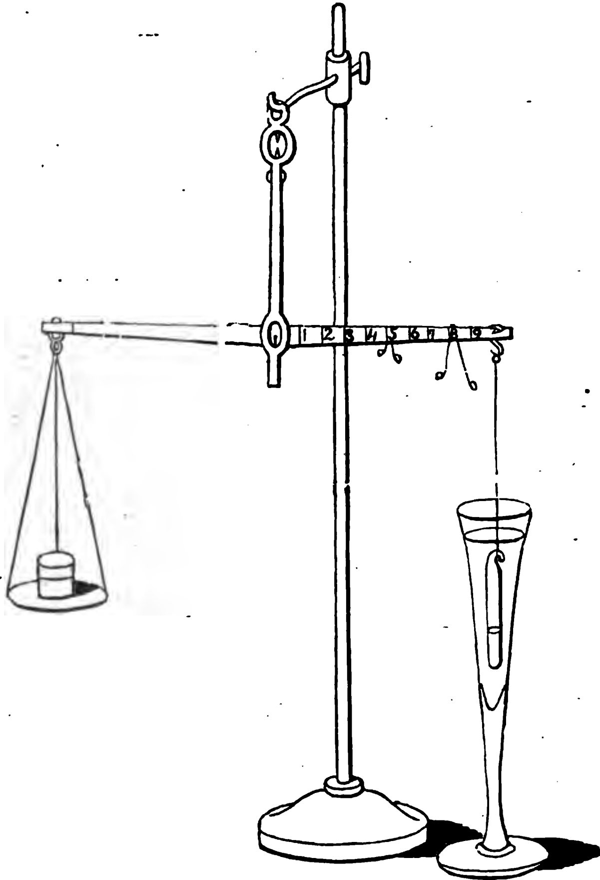
Nadat nu een champagneglas of klein proefglaasje met gedestilleerd water van 15° C. onder het drijvertje gezet is, wordt een stuk koperdraad, dat tot een stompen hoek gebogen is, aan het haakje opgehangen, waaraan het drijvertje reeds hing. Met behulp eener nijptang, en ten laatste met de vijl, maakt men dit stuk draad nauwkeurig zoo zwaar, dat het evenwicht, dat door het indompelen van het drijvertje in het water verbroken was, weer hersteld is. De koperdraad wordt nu in eenen meer scherpen hoek gebogen, en boven in zijn bocht met een gladden hamer plat en scherp geslagen, zoodat hij scherp in de inkepingen van den weegbalk zich beweegt. Van deze haakjes maakt men twee stuks, die volkomen gelijk in het gewicht zijn, en eindelijk een derde, dat nauwkeurig het $^1/_{10}$ gedeelte weegt van een der vorige.

Het gebruik dezer balans is als volgt: men vult het proefglaasje of het champagneglas tot een bepaalde, door een streep genoteerde hoogte laat het drijvertje indompelen en schuift den dikken draad zoolang me een pincet over den verdeelden arm tot evenwicht is ontstaan. Is het specifiek gewicht minder dan 1, dan zal men op den arm eene plaats vinden, die hiermee overeenkomt. Het kan echter gebeuren, dat deze plaats juist tusschen 2 deelstrepen in ligt, en dan zou men den afstand door schatting moeten bepalen. In dit geval hangt men den zwaren draad op het naastbij gelegen kleinere getal, en vult nu het ontbrekende met den kleineren draad aan. Komt ook deze tusschen twee deelstrepen, dan moet men of taxeeren of een nieuwen draad maken, die weer $\frac{1}{10}$ van den 2en draad uitmaakt. Het getal nu, waar de grootste draad hangt is het eerste cijfer achter de komma, dat, waar de 2e draad hangt, het

2e cijfer, en zoo vervolgens. In fig. 9 geven de twee verschillende draden het spec. gew. 0,85 aan.

Nog beter voldoet de balans door W e s t p h a l voorgeslagen en voorzien van de door R e i m a n n gepatenteerde thermometerdrijvers.

Fig. 9.



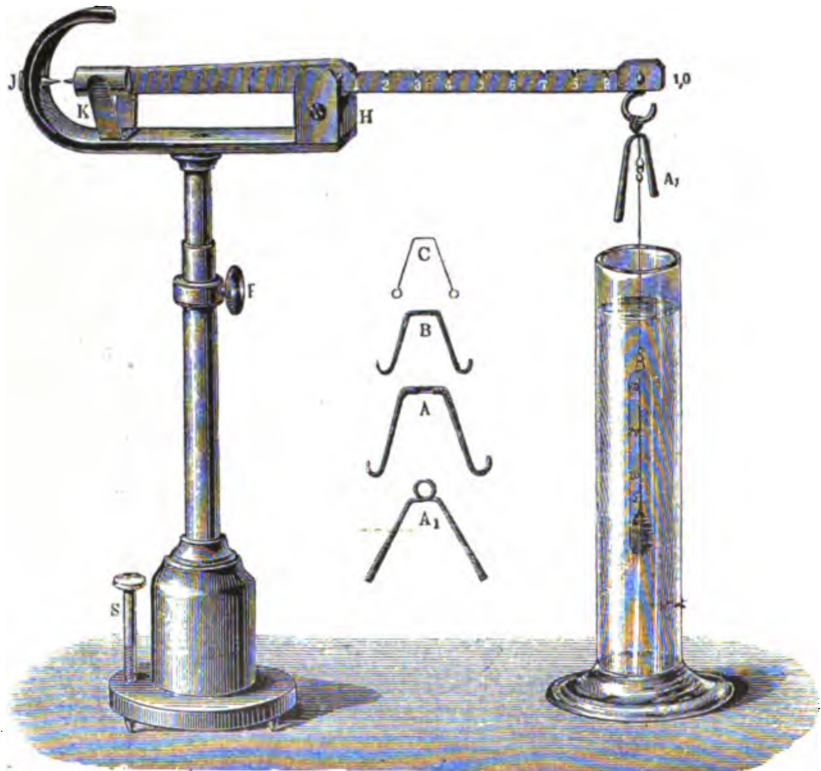
De balans in fig. 10 voorgesteld is gemakkelijk verklaarbaar. De balk wordt op een fijn mes in het draagpunt H in evenwicht gehouden, wanneer de thermometerdrijver in de lucht hangend aan een fijnen platinadraad is opgehangen. Het tegengewicht is de andere balkarm, die bij K een verzwaard deel en de punt van instelling draagt.

De balans is in evenwicht, als de spits K precies tegenover de

spits J staat. De voet der balans moet juist horizontaal staan. Door de schroef S is dit gemakkelijk te bewerkstelligen.

Tot bepaling van het specifiek gewicht laat men, op de wijze als de figuur dit voorstelt, den thermometerdrijver in de vloeistof indompelen, terwijl men het daardoor ontstane gewichtverlies, door het bijgegeven ruitergewicht gelijkmaakt.

Fig. 10.



A en A¹ zijn gelijk aan het gewicht van het door den drijver verplaatste water van 15,0° C; B is $= \frac{1}{10}$ van A; C $= \frac{1}{100}$ van A. Worden zij op een der inkervingen van den rechterarm opgehangen, dan geven zij het tiende of honderdste deel van het cijfer aan, waarop A, B of C hangen.

De fig. 11 geeft eenige voorbeelden aan. Bij vloeistoffen lichter dan water wordt A¹ afgenomen. Bij zwaardere dan water is A¹ de 1 vóór de komma. Men lette er bij het gebruik op, dat de drijver steeds op dezelfde hoogte in de vloeistof gedompeld worde, en daartoe laat men gewoonlijk een centimeter draad boven het oog, waarmee deze aan den drijver is bevestigd, mee indompelen.

De thermometerdrijver van Reimann is door zorgvuldig afslijpen van het onderste deel, zie fig. 12, juist zoo gesteld, dat 5.0 g. water bij + 15° C. verplaatst worden, en het gewicht daarvan minder dan 15.0 g. bedraagt. Door een koper gewichtstuk, dat aan het boveneinde van den platinadraad is aangebracht, is het totaal gewicht juist 15 g.; breekt nu door een toeval de thermometerdrijver, dan behoeft men

Fig. 11.

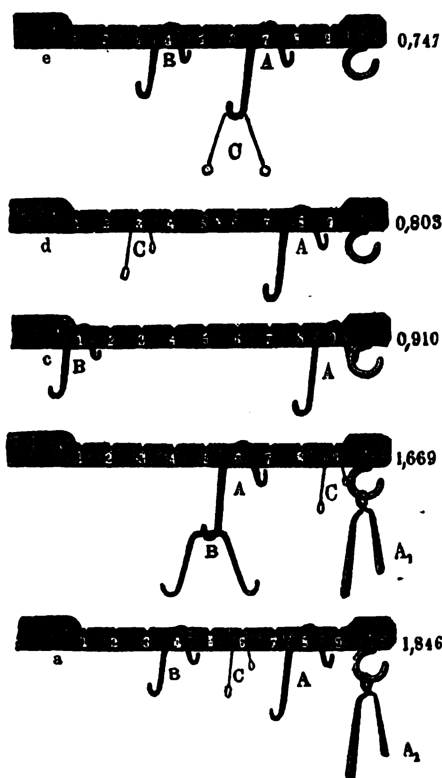
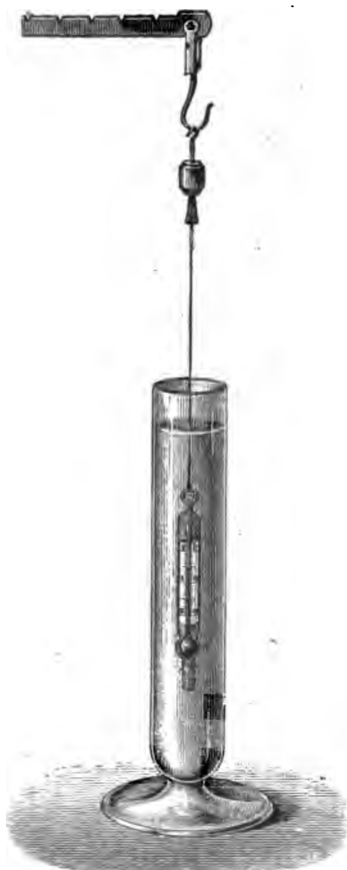


fig. 12.



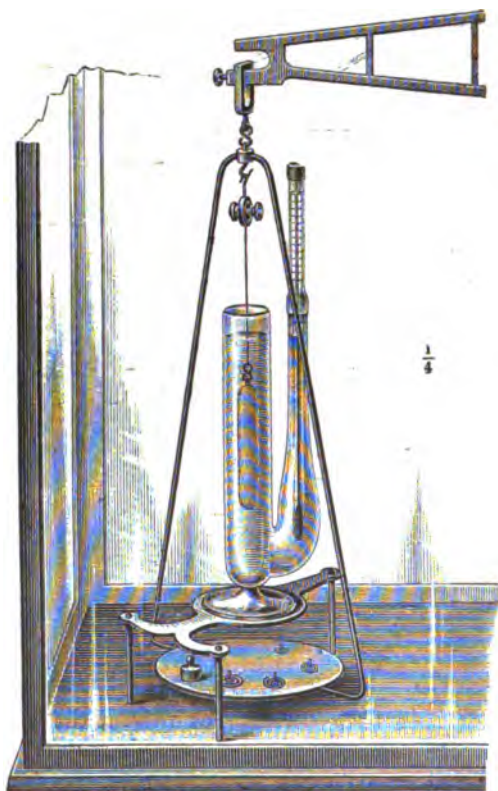
geen nieuw gewichtstel te koopen, zooals bij de oudere balansen, doch bestelt alleen een nieuwen thermometerdrijver. Daar de drijver juist 5.0 g. water verplaatst, is de zwaarte van de beide ruitergewichten A en A^1 ook 5.0 g.; B = 0.5 g.; C = 0.05 g.

Door deze omstandigheid is het mogelijk het specifiek gewicht van vloeistoffen op elke balans, die eene gevoeligheid van 0.01 g. heeft, met den thermometerdrijver van Reimann en met gewoon gewicht, te bepalen. Men handelt als volgt. Aan den haak van den eenen arm

van de balans, hangt men den thermometerdrijver, en maakt op de schaal van den anderen arm tot 15.0 g. gelijk gewicht. De balans geeft dan evenwicht. Nu laat men den drijver in water van + 15° C. indompelen, (zie fig. 13) dan ondergaat de drijver een gewichtsverlies van 5.0 g., dus juist zooveel als het verplaatste water weegt. Men moet dan om het verbroken evenwicht te herstellen, de schaal (zie fig. 13) met 5.0 g. belasten en vindt dan het specifiek gewicht van het water, wanneer men het bijgevoegde gewicht door 5 deelt $= \frac{5}{5} = 1.00$.

Wordt de cylinder gevuld met een vloeistof zwaarder dan water, b.v. een suikeroplossing, en moest men om gelijk gewicht te verkrijgen 5.894 g. op de schaal leggen, dan zou het specifiek gewicht bij 15° C. $\frac{5,894}{5} = 1,15788$ of 40 % zijn.

Fig. 13.



Uit de inrichting van het glas, waarin men de vloeistof giet om het specifiek gewicht te bepalen, ziet men uit fig. 13, dat met deze inrichting het gebrek verholpen is, dat wanneer men donkere oplossingen onderzoekt, men dan de temperatuur niet kan aflezen. De figuur toont zoo duidelijk de geheele inrichting, dat eene wijdloopige omschrijving achterwege kan blijven.

In de volgende tabellen, door Mategczek en Scheibler berekend, vindt men de overeenkomstige spec. gewichten, percenten zuivere suiker en graden Beaumé. Deze tabellen, ontleend aan het Zeitschrift d. V. für Rüben-Zucker-Industrie 1865, 1870, 1874, 1877, zijn berekend voor de normaal-temperatuur bij $17\frac{1}{2}°$ Celsius.

TABEL V.

Vergelijking der graden Brix of gewichtspercenten met het specifiek gewicht en de graden Beaumé, voor zuivere suikeroplossingen van 0—100 percent (temperatuur 17,5° C.)

Gewichtspercenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichtspercenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
0.0	1.00000	0.00	3.0	1.01173	1.70
0.1	1.00038	0.06	3.1	1.01213	1.76
0.2	1.00077	0.11	3.2	1.01252	1.82
0.3	1.00116	0.17	3.3	1.01292	1.87
0.4	1.00155	0.23	3.4	1.01332	1.93
0.5	1.00193	0.28	3.5	1.01371	1.99
0.6	1.00232	0.34	3.6	1.01411	2.04
0.7	1.00271	0.40	3.7	1.01451	2.10
0.8	1.00310	0.45	3.8	1.01491	2.16
0.9	1.00349	0.51	3.9	1.01531	2.21
1.0	1.00388	0.57	4.0	1.01570	2.27
1.1	1.00427	0.63	4.1	1.01610	2.33
1.2	1.00466	0 68	4 2	1.01650	2.38
1.3	1.00505	0.74	4.3	1.01690	2.44
1.4	1.00544	0.80	4.4	1.01730	2.50
1.5	1.00583	0.85	4.5	1.01770	2.55
1.6	1.00622	0.91	4.6	1.01810	2.61
1.7	1.00662	0.97	4.7	1.01850	2 67
1.8	1.00701	1.02	4.8	1.01890	2.72
1.9	1.00740	1.08	4.9	1.01930	2.78
2.0	1.00779	1.14	5.0	1.01970	2.84
2.1	1.00818	1.19	5.1	1.02010	2.89
2.2	1.00858	1.25	5.2	1.02051	2.95
2.3	1.00897	1.31	5.3	1.02091	3.01
2.4	1.00936	1.36	5.4	1.02131	3.06
2.5	1.00976	1.42	5.5	1.02171	3.12
2.6	1.01015	1.48	5.6	1.02211	3.18
2.7	1.01055	1.53	5.7	1.02252	3.23
2.8	1.01094	1.59	5.8	1.02292	3.29
2.9	1.01134	1.65	5.9	1.02233	3.35

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
6.0	1.02373	3.40	11.0	1.04431	6.23
6.1	1.02413	3.46	11.1	1.04473	6.29
6.2	1.02454	3.52	11.2	1.04515	6.34
6.3	1.02494	3.57	11.3	1.04557	6.40
6.4	1.02535	3.63	11.4	1.04599	6.46
6.5	1.02575	3.69	11.5	1.04641	6.51
6.6	1.02616	3.74	11.6	1 04683	6.57
6.7	1.02657	3.80	11.7	1.04726	6.62
6.8	1.02697	3.86	11.8	1.04768	6.68
6.9	1.02738	3.91	11.9	1.04810	6.74
7.0	1.02779	3.97	12.0	1.04852	6.79
7.1	1.02819	4.03	12.1	1.04894	6.85
7.2	1.02860	4.08	12.2	1.04937	6.91
7.3	1.02901	4.14	12.3	1.04979	6.96
7.4	1.02942	4 20	12.4	1.05021	7.02
7.5	1.02983	4.25	12.5	1.05064	7.08
7.6	1.03024	4.31	12.6	1.05106	7.13
7.7	1.03064	4.37	12.7	1.05149	7.19
7.8	1.03105	4.42	12.8	1.05191	7.24
7.9	1.03146	4.48	12.9	1.05233	7.30
8.0	1.03187	4.53	13.0	1.05276	7.36
8.1	1.03228	4.59	13.1	1.05318	7.41
8.2	1.03270	4.65	13.2	1.05361	7.47
8.3	1.03311	4.70	13.3	1.05404	7.53
8.4	1.03352	4.76	13.4	1.05446	7.58
8.5	1.03393	4.82	13.5	1.05489	7.64
8.6	1.03434	4.87	13.6	1.05532	7.69
8.7	1.03475	4.93	13.7	1.05574	7.75
8.8	1.03517	4.99	13 8	1.05617	7.81
8.9	1.03558	5.04	13.9	1.05660	7.86
9.0	1.03599	5.10	14.0	1.05703	7.92
9.1	1.03640	5.16	14.1	1 05746	7.98
9.2	1.03682	5.21	14.2	1.05789	8.03
9.3	1 03723	5.27	14.3	1.05831	8.09
9.4	1.03765	5.33	14.4	1.05874	8.14
9.5	1.03806	5.38	14.5	1.05917	8.20
9.6	1.03848	5.44	14.6	1.05960	8.26
9.7	1.03889	5.50	14.7	1.06003	8.31
9.8	1.03931	5.55	14.8	1.06047	8.37
9.9	1.03972	5.61	14.9	1.06090	8.43
10.0	1.04014	5.67	15.0	1.06133	8.48
10.1	1.04055	5.72	15.1	1.06176	8.54
10.2	1.04097	5.78	15.2	1.06219	8.59
10.3	1.04139	5.83	15.3	1.06262	8.65
10.4	1.04180	5.89	15.4	1.06306	8.71
10.5	1.04222	5.95	15.5	1.06349	8.76
10.6	1.04264	6.00	15.6	1.06392	8 82
10.7	1.04306	6.06	15.7	1.06436	8.88
10.8	1.04348	6.12	15.8	1.06479	8.93
10.9	1.04390	6.17	15.9	1.06522	8.99

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
16.0	1.06566	9.04	21.0	1.08778	11.85
16.1	1.06609	9.10	21.1	1.08824	11.90
16.2	1.06653	9.16	21.2	1.08869	11.96
16.3	1.06696	9.21	21.3	1.08914	12.01
16.4	1.06740	9.27	21.4	1 08959	12.07
16.5	1.06783	9.33	21.5	1.09004	12.13
16.6	1.06827	9.38	21.6	1.09049	12.18
16.7	1.06871	9.44	21.7	1.09095	12.24
16.8	1.06914	9.49	21.8	1.09140	12.29
16.9	1.06958	9.55	21.9	1.09185	12.35
17.0	1.07002	9.61	22.0	1.09231	12.40
17.1	1.07046	9.66	22.1	1.09276	12.46
17.2	1.07090	9.72	22.2	1.09321	12.52
17.3	1.07133	9.77	22.3	1.09367	12.57
17.4	1.07177	9.83	22.4	1.09412	12.63
17.5	1.07221	9.89	22.5	1.09458	12.68
17.6	1.07265	9.94	22.6	1.09503	12.74
17.7	1.07309	10.00	22.7	1.09549	12.80
17.8	1.07358	10.06	22.8	1.09595	12.85
17.9	1.07397	10.11	22.9	1.09640	12.91
18.0	1.07441	10.17	23.0	1.09686	12.96
18.1	1.07485	10.22	23.1	1.09732	13.02
18.2	1.07530	10.28	23.2	1.09777	13.07
18.3	1.07574	10.33	23.3	1.09823	13.13
18.4	1 07618	10.39	23.4	1.09869	13.19
18.5	1.07662	10.45	23.5	1.09915	13.24
18.6	1.07706	10.50	23.6	1.09961	13.30
18.7	1.07751	10.56	23.7	1.10007	13.35
18.8	1.07795	10.62	23.8	1.10053	13.41
18.9	1.07839	10.67	23.9	1.10099	13.46
19.0	1.07884	10.73	24.0	1.10145	13.52
19.1	1.07928	10.78	24.1	1.10191	13 58
19.2	1 07973	10.84	24.2	1.10237	13.63
19.3	1.08017	10.90	24.3	1.10283	13.69
19.4	1.08062	10.95	24.4	1.10329	13.74
19.5	1.08106	11.01	24.5	1.10375	13.80
19.6	1.08151	11.06	24.6	1.10421	13.85
19.7	1.08196	11.12	24.7	1.10468	13.91
19.8	1.08240	11.18	24.8	1.10514	13.96
19.9	1.08285	11.23	24.9	1.10560	14.02
20.0	1.08329	11.29	25.0	1.10607	14.08
20.1	1.08374	11.34	25.1	1.10653	14.13
20.2	1.08419	11.40	25.2	1.10700	14.19
20.3	1.08464	11.45	25.3	1.10746	14.24
20.4	1.08509	11.51	25.4	1.10793	14.30
20.5	1.08553	11.57	25.5	1.10839	14.35
20.6	1.08599	11.62	25.6	1.10886	14.41
20.7	1.08643	11.68	25.7	1.10932	14.47
20.8	1.08688	11.73	25.8	1.10979	14.52
20.9	1.08733	11.79	25.9	1.11026	14.58

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
26.0	1.11072	14.63	31.0	1.13449	17.40
26.1	1.11119	14.69	31.1	1.13497	17.46
26.2	1.11166	14.74	31.2	1.13545	17.51
26.3	1.11213	14.80	31.3	1.13594	17.57
26.4	1.11259	14.85	31.4	1.13642	17.62
26.5	1.11306	14.91	31.5	1.13691	17.68
26.6	1.11353	14.97	31.6	1.13740	17.73
26.7	1.11400	15.02	31.7	1.13788	17.79
26.8	1.11447	15.08	31.8	1.13837	17.84
26.9	1.11494	15.13	31.9	1.13885	17.90
27.0	1.11541	15.19	32.0	1.13934	17.95
27.1	1.11588	15.24	32.1	1.13983	18.01
27.2	1.11635	15.30	32 2	1.14032	18.06
27.3	1.11682	15.35	32.3	1.14081	18.12
27.4	1.11729	15.41	32.4	1.14129	18.17
27 5	1.11776	15.46	32.5	1.14178	18.23
27.6	1.11824	15.52	32.6	1.14227	18.28
27.7	1.11871	15.58	32.7	1.14276	18 34
27.8	1.11918	15.63	32.8	1.14325	18.39
27.9	1.11965	15.69	32.9	1.14374	18.45
28.0	1.12013	15.74	33.0	1.14423	18.50
28.1	1.12060	15.80	33.1	1.14472	18.56
28.2	1.12107	15.85	33.2	1.14521	18.61
28.3	1.12155	15.91	33.3	1.14570	18.67
28.4	1.12202	15.96	33.4	1.14620	18.72
28.5	1.12250	16.02	33.5	1.14669	18.78
28.6	1.12297	16 07	33.6	1.14718	18.83
28.7	1.12345	16.13	33.7	1.14767	18.89
28.8	1.12393	16.18	33.8	1.14817	18.94
28.9	1.12440	16.24	33.9	1.14866	19.00
29.0	1.12488	16.30	34.0	1.14915	19.05
29.1	1.12536	16.35	34.1	1.14965	19.11
29.2	1.12583	16.41	34.2	1.15014	19.16
29.3	1.12631	16.46	34.3	1.15064	19.22
29.4	1.12679	16.52	34.4	1.15113	19.27
29.5	1.12727	16.57	34.5	1.15163	19 33
29.6	1.12775	16.63	34.6	1.15213	19.38
29.7	1.12823	16.68	34.7	1.15262	19.44
29.8	1.12871	16.74	34.8	1.15312	19.49
29.9	1.12919	16.79	34.9	1.15362	19.55
30.0	1.12967	16.85	35.0	1.15411	19.60
30.1	1.13015	16.90	35.1	1.15461	19.66
30.2	1.13063	16.96	35.2	1.15511	19.71
30.3	1.13111	17 01	35.3	1.15561	19.76
30.4	1.13159	17.07	35.4	1.15611	19.82
30.5	1.13207	17.12	35.5	1.15661	19.87
30.6	1.13255	17.18	35 6	1.15710	19.93
30.7	1.13304	17.23	35.7	1.15760	19.98
30.8	1.13352	17.29	35.8	1.15810	20.04
30.9	1.13400	17.35	35.9	1.15861	20.09

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
36.0	1.15911	20.15	41.0	1.18460	22.87
36.1	1.15961	20.20	41.1	1.18512	22.93
36.2	1.16011	20 26	41.2	1.18564	22.98
36.3	1.16061	20.31	41.3	1.18616	23.04
36.4	1.16111	20.37	41.4	1.18668	23.09
36 5	1.16162	20.42	41.5	1.18720	23.15
36.6	1.16212	20.48	41.6	1.18772	23.20
36.7	1.16262	20.53	41.7	1.18824	23.25
36.8	1.16313	20.59	41.8	1 18877	23.31
36.9	1.16363	20.64	41.9	1.18929	23.36
37.0	1.16413	20.70	42.0	1.18981	23.42
37.1	1.16464	20.75	42.1	1.19033	23.47
37.2	1.16514	20.80	42.2	1.19086	23.52
37.3	1.16565	20.86	42.3	1.19138	23.58
37.4	1.16616	20.91	42.4	1.19190	23.63
37.5	1.16666	20.97	42.5	1.19243	23.69
37.6	1.16717	21.02	42.6	1.19295	23.74
37.7	1.16768	21.08	42.7	1.19348	23.79
37.8	1.16818	21.13	42.8	1.19400	23.85
37.9	1.16869	21.19	42.9	1.19453	23.90
38.0	1.16920	21.24	43.0	1 19505	23.96
38.1	1.16971	21.30	43.1	1.19558	24.01
38.2	1.17022	21.35	43.2	1.19611	24.07
38.3	1.17072	21.40	43.3	1.19663	24 12
38.4	1.17132	21.46	43.4	1.19716	24.17
38.5	1.17174	21.51	43 5	1.19769	24.23
38.6	1.17225	21.57	43 6	1.19822	24.28
38.7	1.17276	21.62	43.7	1.19875	24.34
38.8	1.17327	21.68	43.8	1.19927	24.39
88.9	1.17379	21.73	43.9	1.19980	24.44
39 0	1.17430	21.79	44.0	1 20033	24.50
39.1	1.17481	21.84	44.1	1.20086	24.55
39.2	1.17532	21.90	44.2	1.20139	24.61
39.3	1.17583	21.95	44 3	1.20192	24.66
39.4	1.17635	22.00	44.4	1.20245	24.71
39.5	1.17686	22.06	44.5	1.20299	24.77
36.6	1.17737	22.11	44.6	1.20352	24.82
39.7	1.17789	22.17	44.7	1.20405	24.88
39.8	1.17840	22.22	44.8	1.20458	24.93
39.9	1.17892	22.28	44.9	1.20512	24.98
40.0	1.17943	22.33	45.0	1.20565	25.04
40.1	1.17995	22.38	45.1	1.20618	25.09
40.2	1.18046	22.44	45.2	1.20672	25 14
40.3	1.18098	22.49	45.3	1.20725	25.20
40.4	1.18150	22.55	45.4	1.20779	25.25
40.5	1.18201	22.60	45.5	1.20832	25.31
40.6	1.18253	22.66	45.6	1.20886	25.36
40.7	1.18305	22.71	45.7	1.20939	25.41
40.8	1.18357	22.77	45.8	1.20993	25.47
40.9	1.18408	22.82	45.9	1.21046	25.52

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
46.0	1.21100	25.57	51.0	1.23832	28.25
46.1	1.21154	25.63	51.1	1.23888	28.30
46.2	1.21208	25.68	51.2	1.23943	28.36
46.3	1.21261	25.74	51.3	1.23999	28.41
46.4	1.21315	25.79	51.4	1.24055	28.46
46.5	1.21369	25.84	51.5	1.24111	28.51
46.6	1.21423	25.90	51.6	1.24166	28.57
46.7	1.21477	25.95	51.7	1.24222	28.62
46.8	1.21531	26.00	51.8	1.24278	28.67
46.9	1.21585	26.06	51.9	1.24334	28.73
47.0	1.21639	26.11	52.0	1.24390	28.78
47.1	1.21693	26.17	52.1	1.24446	28.83
47.2	1.21747	26.22	52.2	1.24502	28.89
47.3	1.21802	26.27	52.3	1.24558	28.94
47.4	1.21856	26.33	52.4	1.24614	28.99
47.5	1.21910	26.38	52.5	1.24670	29.05
47.6	1.21964	26.43	52.6	1.24726	29.10
47.7	1.22019	26.49	52.7	1.24782	29.15
47.8	1.22073	26.54	52.8	1.24839	29.20
47.9	1.22127	26.59	52.9	1.24895	29.26
48.0	1.22182	26.65	53.0	1.24951	29.31
48.1	1.22236	26.70	53.1	1.25008	29.36
48.2	1.22291	26.75	53.2	1.25064	29.42
48.3	1.22345	26.81	53.3	1.25120	29.47
48.4	1.22400	26.86	53.4	1.25177	29.52
48.5	1.22455	26.92	53.5	1.25233	29.57
48.6	1.22509	26.97	53.6	1.25290	29.63
48.7	1.22564	27.02	53.7	1.25347	29.68
48.8	1.22619	27.08	53.8	1.25403	29.73
48.9	1.22673	27.13	53.9	1.25460	29.79
49.0	1.22728	27.18	54.0	1.25517	29.84
49.1	1.22783	27.24	54.1	1.25573	29.89
49.2	1.22838	27.29	54.2	1.25630	29.94
49.3	1.22893	27.34	54.3	1.25687	30.00
49.4	1.22948	27.40	54.4	1.25744	30.05
49.5	1.23003	27.45	54.5	1.25801	30.10
49.6	1.23058	27.50	54.6	1.25857	30.16
49.7	1.23113	27.56	54.7	1.25914	30.21
49.8	1.23168	27.61	54.8	1.25971	30.26
49.9	1.23223	27.66	54.9	1.26028	30.31
50.0	1.23278	27.72	55.0	1.26086	30.37
50.1	1.23334	27.77	55.1	1.26143	30.42
50.2	1.23389	27.82	55.2	1.26200	30.47
50.3	1.23444	27.88	55.3	1.26257	30.53
50.4	1.23499	27.93	55.4	1.26314	30.58
50.5	1.23555	27.98	55.5	1.26372	30.63
50.6	1.23610	28.04	55.6	1.26429	30.68
50.7	1.23666	28.09	55.7	1.26486	30.74
50.8	1.23721	28.14	55.8	1.26544	30.79
50.9	1.23777	28.20	55.9	1.26601	30.84

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
56.0	1.26658	30.89	61.0	1.29581	33.51
56.1	1.26716	30.95	61.1	1.29640	33.56
56.2	1.26773	31.00	61.2	1.29700	33.61
56.3	1.26831	31.05	61.3	1.29759	33.66
56.4	1.26889	31.10	61.4	1.29819	33.71
56.5	1.26946	31.16	61.5	1.29878	33.77
56.6	1.27004	31.21	61.6	1.29938	33.82
56.7	1.27062	31.26	61.7	1.29998	33.87
56.8	1.27120	31.31	61.8	1.30057	33.92
56.9	1.27177	31.37	61.9	1.30117	33.97
57.0	1.27235	31.42	62.0	1.30177	34.03
57.1	1.27293	31.47	62.1	1.30237	34.08
57.2	1.27351	31.52	62.2	1.30297	34.13
57.3	1.27409	31.58	62.3	1.30356	34.18
57.4	1.27467	31.63	62.4	1.30416	34.23
57.5	1.27525	31.68	62.5	1.30476	34.28
57.6	1.27583	31.73	62.6	1.30536	34.34
57.7	1.27641	31.79	62.7	1.30596	34.39
57.8	1.27699	31.84	62.8	1.30657	34.44
57.9	1.27758	31.89	62.9	1.30717	34.49
58.0	1.27816	31.94	63.0	1.30777	34.54
58.1	1.27874	32.00	63.1	1.30837	34.59
58.2	1.27932	32.05	63.2	1.30897	34.65
58.3	1.27991	32.10	63.3	1.30958	34.70
58.4	1.28049	32.15	63.4	1.31018	34.75
58.5	1.28107	32.20	63.5	1.31078	34.80
58.6	1.28166	32.26	63.6	1.31139	34.85
58.7	1.28224	32.31	63.7	1.31199	34.90
58.8	1.28283	32.36	63.8	1.31260	34.96
58.9	1.28342	32.41	63.9	1.31320	35.01
59.0	1.28400	32.47	64.0	1.31381	35.06
59.1	1.28459	32.52	64.1	1.31442	35.11
59.2	1.28518	32.57	64.2	1.31502	35.16
59.3	1.28576	32.62	64.3	1.31563	35.21
59.4	1.28635	32.67	64.4	1.31624	35.27
59.5	1.28694	32.73	64.5	1.31684	35.32
59.6	1.28753	32.78	64.6	1.31745	35.37
59.7	1.28812	32.83	64.7	1.31806	35.42
59.8	1.28871	32.88	64.8	1.31867	35.47
59.9	1.28930	32.93	64.9	1.31928	35.52
60.0	1.28989	32.99	65.0	1.31989	35.57
60.1	1.29048	33.04	65.1	1.32050	35.63
60.2	1.29107	33.09	65.2	1.32111	35.68
60.3	1.29166	33.14	65.3	1.32172	35.73
60.4	1.29225	33.20	65.4	1.32233	35.78
60.5	1.29284	33.25	65.5	1.32294	35.83
60.6	1.29343	33.30	65.6	1.32355	35.88
60.7	1.29403	33.35	65.7	1.32417	35.93
60.8	1.29462	33.40	65.8	1.32478	35.98
60.9	1.29521	33.46	65.9	1.32539	36.04

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
66.0	1.32601	36.09	71.0	1.35720	38.36
66.1	1.32662	36.14	71.1	1.35783	38.68
66.2	1.32724	36.19	71.2	1.35847	38.73
66.3	1.32785	36.24	71.3	1.35910	38.78
66.4	1.32847	36.29	71.4	1.35974	38.83
66.5	1.32908	36.34	71.5	1.36037	38.88
66.6	1.32970	36 39	71.6	1.36101	38.93
66.7	1.33031	36.45	71.7	1.36164	38.98
66.8	1.33093	35.50	71.8	1.36228	39.03
66.9	1.33155	36.55	71.9	1.36292	39.08
67.0	1.33217	36.60	72.0	1.36355	39.13
67.1	1.33278	36.65	72.1	1.36419	39.19
67.2	1.33340	36.70	72.2	1.36483	39.24
67.3	1.33402	36.75	72.3	1.36547	39.29
67.4	1.33464	36.80	72.4	1.36611	32.34
67.5	1.33526	36.85	72.5	1.36675	39.39
67.6	1.33588	36.90	72.6	1.36739	39.44
67.7	1.33650	36.96	72.7	1.36803	39.49
67.8	1.33712	37.01	72.8	1.36867	39.54
67.9	1.33774	37.06	72.9	1.36931	39.59
68.0	1.33836	37.11	73.0	1.36995	39.64
68.1	1.33899	37.16	73.1	1.37059	39.69
68.2	1.33961	37.21	73.2	1.37124	39.74
68.3	1.34023	37.26	73.3	1 37188	39.79
68.4	1.34085	37.31	73.4	1.37252	39.84
68.5	1.34148	37.36	73.5	1.37317	39.89
68.6	1.34210	37.41	73.6	1.37381	39.94
68.7	1.34273	37.47	73.7	1.37446	39.99
68.8	1 34335	37.52	73.8	1.37510	40.04
68.9	1.34398	37.57	73.9	1.37575	40.09
69.0	1.34460	37.62	74.0	1.37639	40.14
69.1	1.34523	37.67	74.1	1.37704	40.19
69.2	1.34585	37.72	74.2	1.37768	40.24
69.3	1.34648	37.77	74.3	1.37833	40.29
69.4	1.34711	37.82	74.4	1.37898	43.34
69.5	1.34774	37.87	74.5	1.37962	40.39
69.6	1.34836	37.92	74.6	1.38027	40.44
69.7	1.34899	37.97	74.7	1.38092	40.49
69.8	1.34962	38.02	74.8	1.38157	40.54
69.9	1.35025	38.07	74.9	1.38222	40.59
70 0	1.35088	38.12	75.0	1.38287	40.64
70.1	1.35151	38.18	75.1	1.38352	40.69
70.2	1.35214	38.23	75.2	1.38417	40.74
70.3	1.35277	38.28	75.3	1.38482	40.79
70.4	1.35340	38.33	75.4	1.38547	40.84
70.5	1.35403	38.38	75.5	1.38612	40.89
70.6	1.35466	38.43	75.6	1.38677	40.94
70.7	1.35530	38.48	75.7	1.38743	40.99
70.8	1.35593	38.53	75.8	1.38808	41.04
70.9	1.35656	38.58	75.9	1.38873	41.09

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
76.0	1.38939	41.14	81.0	1 42258	43.60
76.1	1.39004	41.19	81.1	1.42325	43.65
76.2	1.39070	41.24	81.2	1.42393	43.70
76.3	1.39135	41.29	81.3	1.42460	43.75
76 4	1.39201	41.33	81.4	1.42528	43.80
76.5	1.39266	41.38	81.5	1.42595	43.85
76.6	1.39332	41.43	81.6	1.42663	43.89
76.7	1 39397	41.48	81.7	1.42731	43.94
76.8	1.39463	41.53	81.8	1.42798	43.99
76.9	1.39529	41.58	81.9	1.42866	44.04
77.0	1.39595	41.63	82.0	1.42934	44.09
77.1	1.39660	41.68	82.1	1.43002	44.14
77.2	1.39726	41.73	82.2	1.43070	44 19
77.3	1.39792	41.78	82.3	1.43137	44.24
77.4	1.39858	41.83	82.4	1.43205	44.28
77.5	1.39924	41.88	82.5	1.43273	44.33
77.6	1.39990	41.93	82.6	1.43341	44.38
77.7	1.40056	41.98	82.7	1.43409	44.43
77.8	1 40122	42.03	82.8	1.43478	44.48
77.9	1.40188	42.08	82.9	1.43546	44.53
78.0	1.40254	42.13	83.0	1.43614	44.58
78.1	1.40321	42.18	83.1	1.43682	44.62
78.2	1.40387	42.23	83.2	1.43750	44.67
78.3	1.40453	42.28	83.3	1.43819	44.72
78.4	1.40520	42.32	83.4	1.43887	44.77
78.5	1.40586	42.37	83.5	1.43955	44.82
78.6	1.40652	42.42	83.6	1.44024	44.87
78.7	1.40719	42.47	83.7	1.44092	44.91
78.8	1.40785	42.52	83.8	1.44161	44.96
78.9	1.40852	42.57	83.9	1.44229	45.01
79.0	1.40918	42.62	84.0	1.44298	45.06
79.1	1.40985	42.67	84.1	1.44367	45.11
79.2	1.41052	42.72	84.2	1.44435	45.16
79.3	1.41118	42.77	84.3	1.44504	45.21
79.4	1.41185	42.82	84.4	1.44573	45.25
79.5	1.41252	42.87	84.5	1.44641	45.30
79.6	1.41318	42.92	84.6	1 44710	45.35
79.7	1.41385	42.96	84.7	1.44779	45.40
79.8	1.41452	43.01	84.8	1.44848	45.45
79.9	1.41519	43.06	84.9	1.44917	55.49
80.0	1.41586	43.11	85.0	1.44986	45.54
80.1	1.41653	43.16	85.1	1.45055	45.59
80.2	1.41720	43.21	85.2	1.45124	45.64
80.3	1.41787	43.26	85.3	1.45193	45.69
80.4	1.41854	43.31	85.4	1.45262	45.74
80.5	1.41921	43.36	85.5	1.45331	45.78
80.6	1.41989	43.41	85.6	1.45401	45.83
80.7	1.42056	43.45	85.7	1.45470	45.88
80.8	1.42123	43.50	85.8	1.45539	45.93
80.9	1.42190	43.55	85.9	1.45609	45.98

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
86.0	1.45678	46.02	91.0	1.49199	48.40
86.1	1.45748	46.07	91.1	1.49270	48.45
86.2	1.45817	46.12	91.2	1.49342	48.50
86.3	1.45887	46.17	91.3	1.49413	48.54
86.4	1.45956	46.22	91.4	1.49485	48.59
86.5	1.46026	46.26	91.5	1.49556	48.64
86.6	1.46095	46 31	91.6	1.49628	48.68
86.7	1.46165	46.36	91.7	1.49700	48.73
86.8	1.46235	46.41	91.8	1.49771	48.78
86.9	1.46304	46.46	91.9	1.49843	48.82
87.0	1.46374	46.50	92.0	1.49915	48.87
87.1	1.46444	46.55	92.1	1.49987	48.92
87.2	1.46514	46.60	92.2	1.50058	48.96
87.3	1.46584	46.65	92.3	1.50130	49.01
87.4	1.46654	46.69	92.4	1.50202	49.06
87.5	1.46724	46.74	92.5	1.50274	49.15
87.6	1.46794	46 79	92.6	1.50346	49.11
87.7	1.46864	46.84	92.7	1.50419	49.20
87.8	1.46934	46.88	92.8	1.50491	49.25
87.9	1.47004	46.93	92.9	1.50563	49.29
88.0	1.47074	46.98	93.0	1.50635	49.34
88.1	1.47145	47.03	93.1	1.50707	49.39
88.2	1.47215	47.08	93.2	1.50779	49.43
88.3	1.47285	47.12	93.3	1.50852	49.48
88.4	1.47356	47.17	93.4	1.50924	49.53
88.5	1.47426	47 22	93.5	1.50996	40.57
88.6	1.47496	47.27	93.6	1.51069	49.62
88.7	1.47567	47.31	93.7	1.51141	49.67
88.8	1.47637	47.36	93.8	1.51214	49.71
88.9	1.47708	47.41	93.9	1.51286	49.76
89.0	1.47778	47.46	94.0	1.51359	49.81
89.1	1.47849	47.50	94.1	1.51431	49.85
89.2	1.47920	47.55	94.2	1.51504	49.90
89.3	1.47991	47.60	94.3	1.51577	49.94
89.4	1.48061	47.65	94.4	1 51640	49.99
89.5	1.48132	47.69	94.5	1.51722	50.04
89.6	1.48203	47.74	94.6	1.51795	50.08
89.7	1.48274	47.79	94.7	1.51868	50.13
89.8	1.48345	47.83	94.8	1.51941	50.18
89.9	1.48416	47.88	94.9	1.52014	50.22
90.0	1.48486	47.93	95.0	1.52087	50.27
90.1	1.48558	47.98	95 1	1.52159	50.32
90.2	1.48629	48.02	95.2	1.52232	50.36
90.3	1.48700	48.07	95.3	1.52304	50.41
90.4	1.48771	48.12	95.4	1.52376	50.45
90.5	1.48842	48.17	95.5	1.52449	50.50
90.6	1.48913	48.21	95.6	1.52521	50.55
90.7	1.48985	48.26	95.7	1.52593	50 59
90.8	1.49056	48.31	95.8	1.52665	50.64
90.9	1.49127	48.35	95.9	1.52738	50.69

Gewichts-percenten of graden Brix	Spec gewicht.	Graden Beaumé	Gewichts-percenten of graden Brix	Spec. gewicht.	Graden Beaumé
96 0	1.52810	50.73	99.0	1.55040	52.11
96.1	1.52884	50.78	99.1	1.55115	52.15
96.2	1.52958	50.82	99.2	1.55189	52.20
96 3	1.53032	50.87	99.3	1.55264	52.24
96.4	1.53106	50.92	99.4	1.55338	52.29
96.5	1.53180	50.96	99.5	1.55413	52.33
96.6	1.53254	51.01	99.6	1.55487	52.38
96.7	1.53328	51.05	99.7	1.55562	52.42
96.8	1.53402	51.10	99.8	1.55636	52 47
96.9	1.53476	51.15	99.9	1.55711	52.51
97.0	1.53550	51.19	100.0	1.55785	52.56
97.1	1.53624	51.24			
97.2	1.53698	51.28			
97.3	1.53772	51.33			
97.4	1.53846	51.38			
97.5	1.53920	51.42			
97.6	1.53994	51.47			
97.7	1.54068	51.51			
97.8	1.54142	51.56			
97.9	1.54216	51.60			
98.0	1.54290	51.65			
98.1	1.54365	51.70			
98.2	1.54440	51.74			
98.3	1.54515	51.79			
98.4	1.54590	51.83			
98.5	1.54665	51.88			
98.6	1.54740	51.92			
98.7	1.54815	51.27			
98.8	1.54890	52.01			
98.9	1.54965	52.06			

10. PYKNOMETER OF WEEGFLESCHJE.

Eene andere methode om het specifiek gewicht van vloeistoffen en vaste lichamen te bepalen bestaat in gebruik van het weegfleschje of den pyknometer. Deze manier is zeer nauwkeurig, en men maakt er gebruik van, wanneer men niet voldoende vloeistof bezit, om met den areometer te kunnen wegen.

Men gebruikt daarvoor een volkomen droog fleschje van 50 cM^3 inhoud. Men weegt het fleschje op een fijne balans ledig, vult het daarna met de vloeistof tot de streep, die de normaal temperatuur moet hebben en weegt opnieuw. Het door 50 gedeelde of verdubbelde en door 100 gedeelde gewicht van den inhoud is het gezochte specifiek gewicht.

Voorbeeld: 50 cM³ fleschje weegt met suiker 63.685 g.
50 " " " droog en schoon 10.070 "

dus 50 cM³ suikeroplossing = 53.615 g.

$$\frac{53.615}{50} \text{ of } 53.615 \times 2 = \frac{107.230}{100} = 1.0723 \text{ bij } 15^\circ \text{ C.}$$

Fig. 14.



Voor zeer nauwkeurige bepalingen maakt men gebruik van den in fig. 14 voorgestelden pyknometer. De inhoud is zoo gejusteerd, dat, met opgezetten thermometer, juist 50 cM³ vocht in het fleschje gaan. Op den zijdelings aangebrachten tubus is een streep *m*, waardoor men in staat is met een fijne buis òf een druppel bij te voegen òf af te nemen. De berekening is gelijk aan het vorige voorbeeld. Wil men met den pyknometer het specifiek gewicht van vaste stoffen bepalen, dan moet men de volgende regelen in acht nemen.

a. Men wege eens voor al het ledige fleschje (A), dan dit met water gevuld (B) bij de temperatuur (t).

b. Men weegt het fleschje met de stof, waarvan het spec. gew. bepaald moet worden (C), dan het fleschje met stof en met water opgevuld (E). Nu berekent men het spec. gew.

$$D = \frac{C - A}{(B\text{-}A) - (E\text{-}C)}.$$

Correctie voor temperatuur

$$p' = p\,\frac{Q'}{Q}$$

p = Netto gewicht (B-A) van het water, Q dichtheid daarvan bij de temperatuur t (zie tabel VI).

p' en Q' dezelfde cijfers bij de temperatuur t'.

Voorbeeld: Is het gewicht A = 25.368
" " " B = 75.368 bij 15° C.
" " " C = 35.875
" " " E = 81.793

$$\text{dan is het spec. gew. } D = \frac{35.875 - 25.368}{(75.368 - 25.368) - 81.793 - 35.875}$$

$$\text{of } D = \frac{10.507}{50 - 45.918} = \frac{10.507}{4.082} = 2.574$$

daar de temperatuur bij de afweging de stof ook 15° C. was, behoeft geen correctie aangebracht te worden.

TABEL VI.

Dichtheid van water bij gewone temperaturen.

Temp.	Dichtheid.	Temp.	Dichtheid.	Temp.	Dichtheid.
0	0.999871	11	0.999655	22	0.997826
1	0.999928	12	0.999540	23	0.997601
2	0.999969	13	0.999430	24	0.997367
3	0.999991	14	0.999299	25	0.997120
4	1.000000	15	0.999160	26	0.996866
5	0.999990	16	0.999002	27	0.996603
6	0.999970	17	0.998841	28	0.996331
7	0.999933	18	0.998654	29	0.996051
8	0.999886	19	0.998460	30	0.995765
9	0.999824	20	0.998259	100	0.958650
10	0.999747	21	0.998047		

b. MAAT-INSTRUMENTEN.

De belangrijke vooruitgang op scheikundig gebied der laatste twintig jaren bracht, onder meer, vooral de maatanalyse of titreer-methode eene groote schrede vooruit en deze wijze van analyseeren werd vooral door de gemakkelijkheid en duidelijkheid der verschijnselen, in bijna alle nijverheid-toepassingen, bij het onderzoek van grondstoffen en producten ingevoerd. — De snelheid waarmee men verschillende analysen kan volbrengen, en de omstandigheid dat men door 2 of 3 wegingen honderd en meer wegingen uitspaart, heeft de triteer-methode het burgerrecht in de quantitatieve scheikunde bezorgd.

Het titreeren is wegen zonder balans, en toch zijn de resultaten vaak nauwkeuriger dan die men bij gewichtsbepalingen verkrijgt.

De zekerheid, dat eene analyse voltooid is, wordt gebaseerd op zichtbare verschijnselen die zich voordoen; b. v. de verandering der kleur bij kalkbepalingen, het ontstaan van een neerslag, wanneer een precipitaat ophoudt te ontstaan, bij chloorbepalingen, het optreden eener bepaalde kleur bij over-mangaanzure potasch, en dergelijke.

Bij deze wijze van scheikundig analyseeren worden bijzondere instrumenten gebruikt, die den naam van titreer- of maat-instrumenten dragen, en die wij in de volgende regels beschrijven zullen.

1. DE BURETTEN.

Van de verschillende vormen en inrichtingen der buretten moet men

aan de klemkraan-buret van Fr. Mohr bepaald de voorkeur geven. Deze bestaat, zooals fig. 15 aantoont, uit een cylindervormige buis, welke beneden, ongeveer 25 mM. van het einde, eene vernauwing heeft, en van daar in eene even opgeblazen spits eindigt. Over dit dikkere einde is een caoutchoucbuisje geschoven, van circa 40 tot 45 mM. lengte, en met bindgaren om de buret gebonden. Is de spits dik genoeg uitgeblazen, dan sluit het caoutchoucbuisje voldoende zonder vastbinden. In het onderste einde van het caoutchoucbuisje is een scherp uitgetrokken glasbuisje geschoven. De caoutchoucbuis is afgegesloten door eene veer- of klemkraan. Dit kleine werktuig wedijvert met de beste glazen kraan in het volkomen afsluiten van water en lucht en kost slechts het twintigste deel der glaskraan. Het wordt uit een harden getrokken ronden koperdraad vervaardigd van 3 à 4 mM. dikte.

Fig. 15.



Een goede klemkraan moet zoo sterk klemmen, dat geen druppel door het samengeperste caoutchoucbuisje dringt, en te gelijk niet te stram in het gebruik zijn, zoodat men door een zwakken of krachtigen druk het uitvloeien gemakkelijk regelen kan. De buret is verdeeld in $\frac{1}{5}$ of $\frac{1}{10}$ cM^3. Vocr fijne analysen gebruikt men de buretten, die in $\frac{1}{10}$ gedeeld zijn en 50 cM^3. inhouden; voor technische onderzoekingen die in $\frac{1}{5}$ verdeeld zijn.

Behalve den burettendrager in fig 15 voorgesteld, waarin men 5 verschillende kan ophangen, gebruik ik eene, die uit fig. 16 duidelijk wordt. Op een houten voet is een porseleinen

plaat bevestigd met eene doorboring voor de koperen stang. Op deze stang is eene koperen klem *a* door middel van een stelschroef *b* verschuifbaar; de buret wordt door de schroef *c* in de klem bevestigd.

Indien men de buret wil vullen, dompelt men het onderste spitse buisje in de vloeistof, opent de klemkraan en zuigt aan het boveneinde, totdat de vloeistof even in de buret reikt. De klemkraan wordt gesloten en nu giet men de buret zoo vol, dat de vloeistof even boven het 0 punt punt staat.

De buret wordt nu in den standaard gezet, en heeft men zich overtuigd van hare verticale stelling, dan laat men de vloeistof af, totdat de onderkant van het niveau gelijk met de 0-streep samenvalt. Heeft men zooveel vloeistof gebruikt als ter bereiking van het doel noodig is, dan wacht men eenige minuten voor men afleest, opdat de vloeistof tijd heeft van de zijde der buret af te loopen en het niveau standvastig blijft. Verzuimt men deze rust, dan vallen de resultaten niet altijd even nauwkeurig uit, omdat, wanneer men langzaam laat uitvloeien, de vloeistof tijd heeft zich te verzamelen, terwijl dit niet het geval is, wanneer men snel een aantal cM^3 laat uitvloeien en slechts op het einde langzaam toedruppelt.

Fig. 16.



Belangrijk is de wijze, waarop men den stand der vloeistof in de buret afleest.

Vooreerst moet men er op letten, dat het oog met den rand der vloeistof in een zelfde vlak ligt en dat men standvastig is in wat men den rand noemt.

Op een stuk sterk wit papier lijmt men een stuk goed zwart papier en houdt dit bij het aflezen digt achter de buret, en wel zoo dat de grenslijn tusschen wit en zwart 2—3 mM. ligt onder den ondersten rand van het niveau in fig. 17 voorgesteld, en men leest af 21 cM^3.

Voor de fijne buret gebruik ik echter de drijvertjes door Erdmann [1]) aanbevolen

[1]) Journal für prakt. Chemie, Bd. 71, S. 194.



Fig. 17.

$\frac{1}{1}$

en door fig. 18 voorgesteld. Zulk een drijvertje komt eenigzins met een areometer overeen en heeft slechts een ronde streep als merk op het middelste gedeelte van den zwembol. Voorwaarden om hiermee juiste aflezingen te verkrijgen zijn: dat het verticaal drijft, dat de tusschenruimte der wanden van het drijvertje en der buret niet meer dan 1 mM. is, dat het zoo zwaar met kwik belast is, tot het tot dicht aan het oog in de vloeistof zinkt. Men leest bij de ringvormige streep af zonder op de vloeistof te letten. De buret staat op 0, als de ring op de streep der 0 staat.

Wanneer men de buret niet gebruikt, beveiligt men hem voor stof door op het boveneinde een glaskogel of knikker te leggen, waardoor eene voldoende sluiting wordt verkregen.


Fig. 18.

Voor alle stoffen, die de aanraking met caoutchouc verdragen, is de klemkraan-buret de gemakkelijkste en de beste. Alleen voor over-mangaanzure potasch-oplossing moet men gebruik maken van de buret met voet en blaasbuis.

Deze bestaat uit een buis, die van onderen toegesmolten is en op eenen houten voet staat; in het opene einde is een tweemaal rechthoekig gebogen buis aangebracht, wier langste been reikt tot op den bodem der buret en waarvan het korte been in een fijne punt uitloopt. De tweemaal doorboorde kurk, die de uitstroomingsbuis draagt heeft een kort stomphoekig gebogen buisje, waardoor men blaast. — Men zorge, dat de vloeistof niet met de kurk in aanraking komt. In het toegepast gedeelte zal de behandeling uitvoerig meegedeeld worden.

2. DE PIPETTEN.

De pipetten of zuigbuizen, heeft men voor bijna alle maat-analysen noodig, indien men eene bepaalde hoeveelheid eener vloeistof uit eene flesch in een ander glas wenscht over te brengen. Hiermee staat de vorm der pipetten in nauw verband.

Het zou toch zeer onaangenaam zijn, indien men de vloeistof eerst

in een wijder glas moest overgieten, voor men met de pipet kon opnemen; behalve de moeite zou hierdoor ook verdamping en concentratie van de proefvloeistof ontstaan. In 't algemeen moeten de flesschen, waarin het proefvocht bewaard wordt, eenen hals van 20 mM. opening en de pipetten hoogstens 15 mM. dikte voor die van 20 cM³. af, of een zuigpunt hebben ter lengte van c^a. 180 mM. Men kan aldus de vloeistoffen gemakkelijk uit de flesschen opnemen.

Men heeft twee soorten van pipetten: de meet- en de vul-pipetten.

De meet-pipetten komen in vorm eenigermate met de buretten overeen; zij zijn echter van boven iets vernauwd en hebben van onderen scherp toeloopende uitvloei-spitsen.

Fig 19 en 20.



De vul-pipetten hebben slechts een enkel teeken, en dienen om een bepaald volume af te meten; men gebruikt die van 1, 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, en 150 cM³.

De vul-pipetten van 1—10 cM³. hebben den in fig. 19 afgebeelden vorm, die van 20—150 cM³. den vorm van fig. 20.

De pipet van 1 cM³. wordt gebruikt om kleine hoeveelheden geconcentreerde vloeistof, b. v. ijs-azijn, zuren en ammoniak, waarvan men het spec. gew. kent, af te meten, in plaats van te wegen, en het werkelijk gewicht daarnaar te berekenen.

De pipet van 5 cM³. wordt tot hetzelfde doel gebezigd bij verdunde vloeistoffen. Die van 10 cM. dient om proefvloeistoffen nauwkeurig te bereiden. Hiervan moet men er twee hebben, die nauwkeurig overeenstemmen.

De volgende pipetten dienen voor verschillende hoeveelheden vloeistof, waarop men wil titreeren, b.v. 20—100 cM³. beetwortelsap voor kalkbepalingen. Zij geven eene belangrijke besparing in tijd, vooral wanneer men van eene vloeistof verschillende bestanddeelen wil onderzoeken. Men vult eene maatflesch, die b. v. 300 cM³. inhoud heeft en brengt de te onderzoeken vloeistof tot een volume van 300 cM³. door bijvoeging van gedistilleerd water; zuigt men nu met de pipet er 50 cM³. uit, dan heeft men nauwkeurig het $\frac{1}{6}$ gedeelte van de stof, die in de vloeistof is opgelost. Minstens zou men twee wegingen moeten uitvoeren om een gelijk resultaat te verkrijgen.

Bij het gebruik der vul-pipetten, moet men eenen standvastigen regel volgen voor het uitvloeien. Men kan 1° vrij laten afloopen, 2° af laten loopen met aan strijken, of 3° uitblazen.

Het is duidelijk, dat indien men bij het titreeren, nu eens de pipet vrij liet afloopen, dan weer eens uitblies of ook wel met aanleggen liet afvloeien, de resultaten zeer verschillend zouden uitvallen.

Het laten afloopen met afstrijken is het doelmatigst en bepaald aan te raden; men legt hiertoe de uitvloeispits der pipet tegen den binnenkant van het glas aan, waarin de vloeistof vloeit.

Het voorste lid van den wijsvinger, waarmee men de pipet afsluit, moet meer of min vochtig gemaakt zijn. Is de top droog, dan moet men zeer sterk drukken om de vloeistof in de pipet te houden; is hij daarentegen te nat, dan sluit men de pipet zoodanig af, dat bij geringe oplichting van den top geen lucht kan indringen, want anders zou de vloeistof met horten, stooten en in een straal uitvloeien. Het beste is den vinger even aan de lip te bevochtigen en tegen den duim te wrijven; hij behoudt dan vochtigheid genoeg om naar willekeur, met zwakke drukking de vloeistof droppelsgewijze te laten uitvloeien.

Wil men de pipet vullen, dan dompelt men de punt 1 of 2 cM. in de vloeistof en zuigt langzaam op. Houdt men de pipet niet diep genoeg dan komen er luchtbellen in, die later hinderlijk zijn; zuigt men sterk en snel, dan komt schuim in het zuigbuisje of wel de vloeistof komt in den mond. Is de pipet vol en boven de streep, dan behoort er eenige oefening toe om tong en lippen door den wijsvinger te vervangen. Hiervoor moet men zich oefenen, daarbij zorg dragende, dat het mondspeeksel niet in de pipet komt. Men houdt den bovensteel der pipet tusschen duim en middelvinger en legt den wijsvinger op de opening; eene kleine verschuiving van den wijsvinger, niet het oplichten, doet de druppels naar willekeur vallen.

De meet-pipetten worden vervaardigd van volkomen cylindervormige buizen, die boven en onder eene spits toeloopende punt hebben. Men gebruikt ze van 20 $cM.^3$ tot 1 $cM.^3$.

De meet-pipet van 20 $cM.^3$ is ongeveer 330 mM. lang, elke $cM.^3$ is 10 mM. lang en in 5 deelen verdeeld. Twee pipetten van 10 $cM.^3$ zijn elk 390 mM. lang: een $cM.^3$ is 24 mM. en in 10 deelen verdeeld; halve tienden kan men schatten. Deze pipetten worden voor bijna de meeste onderzoekingen gebruikt; zij moeten volkomen gelijk zijn.

Nog heeft men pipetten, bij welke 1 $cM.^3$ de lengte van 27 mM. heeft en de $^1/_{10}$ $cM.^3$ nog eenmaal in halve is verdeeld; pipetten, bij welke 1 $cM.^3$ eene lengte heeft van 100 mM. en direct in $^1/_{50}$ is gedeeld; en een pipet, bij welke 1 $cM.^3$ de lengte van 200 mM. inneemt en in $^1/_{100}$ is gedeeld; zij heeft eene zeer fijne punt, zoodat men gedeelten van druppels kan afstrijken.

De pipetten worden voor beschadiging bewaard, als men ze in eene

étagère ophangt, waarvan de schijven beweegbaar zijn en waarin of waarop de pipetten rusten.

De uitvloeipunten van alle pipetten worden, nadat ze gedroogd en eenigszins verwarmd zijn, met een weinig vet ingewreven. De druppels worden daardoor kleiner en de vloeistof stijgt door capillariteit niet aan den buitenwand der buis op.

3. MAATFLESSCHEN.

Voor het afmeten van vloeistoffen, waarin eene bepaalde hoeveelheid stof wordt opgelost, b.v. proefvloeistoffen, suikeroplossingen voor de polarisatie en dergelijke, gebruikt men kolfjes of fleschen, die eenen ronden buik en in verhouding eenen nauwen hals hebben. Zij zijn van 50, 100, 200, 300, 500 en 1000 cM.^{3} inhoud. Op het midden van den hals is eene streep aangebracht, tot welke men met vloeistof moet vullen om de uitgedrukte maat juist *in* de flesch te hebben. Men zal begrijpen, dat deze maatflesschen dus niet kunnen dienen om een bepaald volume over te brengen in eene andere flesch of een glas; door de adhaesie toch zou bij 't uitgieten een deel der vloeistof aan het glas blijven hangen, en in plaats van 1000 cM.^{3} zou men slechts 999 cM.^{3} hebben overgebracht.

Zij moeten gelijke glasdikte hebben en zoo afgekoeld zijn, dat men er vloeistoffen in kan koken.

Voor men de maatflesschen gebruikt, moet men onderzoeken of ze nauwkeurig zijn.

Dit doet men op eenvoudige wijze, mits men eene nauwkeurige, goede balans in bezit heeft, als volgt: op de rechterschaal der balans zet men de inwendig volkomen droge maatflesch met zooveel gram als er. cM.^{3} water in de flesch gaan en maakt op de linkerschaal met hagel en bladtin evenwicht, neemt nu gewicht en flesch van de rechterschaal en vult op een in waterpas staande tafel de flesch met gedistilleerd water van + 16° C., [1]) zoover, dat de onderkant der donkere watervlakte nauwkeurig met de streep op de flesch samenvalt. Heeft men nu het bovengedeelte van den hals met fijn filtreerpapier uitgedroogd, dan zette men de flesch op de rechterschaal der balans. Heeft men dadelijk evenwicht, dan weegt het water in de flesch nauwkeurig het opgestelde gewicht of juist zooveel grammen als er cM.^{3} op de flesch staan, b.v. 100 g.; gaat echter de schaal naar boven, dan is het

[1]) Water van + 4° C. te nemen, waarbij dan 1 cM.^{3} nauwkeurig een gram weegt, is niet aan te raden, daar men dan in een vertrek moet werken, waar de lucht ook + 4° C. heeft. De maatflesschen zoo te maken, dat de literflesch b.v. juist 1000 g. water van 15° C. inhoudt, is af te keuren, omdat daardoor de wetenschappelijke grondslag des liters verloren gaat en verschillen zullen voorkomen bij maatflesschen, door verschillende glasblazers gemaakt.

gewicht minder, en omgekeerd, indien de schaal daalt, weegt de inhoud der flesch meer.

Weegt een literflesch 999 g., eene van 500 cM.³ 499.5 g. en eene van 100 cM.³ 99.9 g., dan zijn de flesschen nauwkeurig.

Om willekeurige hoeveelheden vloeistof af te meten, gebruikt men maat-cylinders van 100 tot 1000 cM.³ die in enkele, of tientallen van cM.³ zijn ingedeeld. De wijdte is c^a. 3 cM. Zij worden van boven van een' afgeslepen rand voorzien, zoodat men ze met een geslepen glasplaat vast kan afsluiten.

De verschillende maatinstrumenten, waarbij wij uitgaan van het gewicht aan zuiver water van + 16° C. in een liter = 998.981 g., korter 999.— g., onderzoekt men op de volgende wijze:

Een klein bekerglaasje wordt op de rechterschaal der balans gezet en met hagel en tin in evenwicht gebracht.

Uit de te onderzoeken buret, die men verticaal heeft gespannen in den buretdrager, fig. 15, en gevuld met water van + 16° C., laat men nauwkeurig 10 cM.³ in het bekerglaasje loopen. Men weegt den inhoud en noteert dit gewicht, zij het 9.991 g. Op nieuw laat men uit de buret 10 cM.³ bijloopen en weegt; het gewicht is thans 19.992 g. en zoo gaat men voort, tot men 50 cM.³ heeft. Voor fijne proeven moeten de 10 cM.³ nauwkeurig stemmen, en de 50 cM.³ moeten daarbij 49.95 g. wegen, verschillen van 0,02 g. komen niet in aanmerking. Maakt men gebruik van het drijvertje, fig. 18, dan zijn de verschillen bij een goede buret voor 10 cM.³ niet meer dan 0.002 g. —

Met de pipetten handelt men op dezelfde wijze. Men vult tot het merkteeken, laat in een vooraf getareerd bekerglas of kolfje afloopen met aanstrijken en weegt.

Van de maatflesschen hebben we hier boven reeds gesproken, terwijl de maatcylinders geprobeerd worden door met eene nauwkeurige vulpipet na te zien, of de op den cylinder aangebrachte verdeeling juist is.

c. POLARISATIE-INSTRUMENTEN.

Een gewone lichtstraal heeft naar alle richtingen dezelfde eigenschappen. Wordt een gewone lichtstraal door een spiegel opgevangen, dan weerkaatst hij, hoe ook de stand van den spiegel tot den straal moge zijn. Niet alle stralen bezitten echter dit vermogen om naar alle richtingen weerkaatst te kunnen worden. Deze eigenaardigheid noemt men polarisatie en de stralen, die deze eigenschap bezitten, gepolariseerde stralen.

Aan Malus viel in 1811 het geluk te beurt deze eigenschap der lichtstralen te ontdekken. Deze ontdekking heeft niet alleen veel, wat men vroeger vermoedde omtrent de dubbele breking der lichtstralen, bevestigd; zij heeft ook zeer belangrijke uitvindingen en toepassingen,

zoowel op wetenschappelijk als practisch gebied, in 't leven geroepen.

De optische intrumenten hebben sedert jaren in de suikerindustrie het burgerrecht verkregen; zij zijn belangrijk veranderd en verbeterd, terwijl men steeds voortgaat de nog aanklevende gebreken zooveel mogelijk weg te nemen.

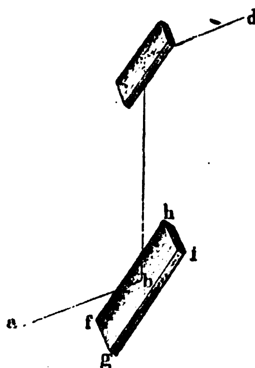
Voor wij de verschillende instrumenten beschrijven, willen we eene korte verklaring geven van de gronden, waarop deze instrumenten en hunne samenstelling berusten. Bij de beschrijving wordt daardoor eenigszins duidelijk waarom men de verschillende deelen van het instrument zóó geplaatst heeft en niet anders. Voor nauwkeurige beschrijving der theorieën van het licht, verwijzen we naar het uitmuntende werk: Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik.

Zooals reeds boven gezegd werd, is de polarisatie eene eigenaardige wijziging, welke de lichtstralen ondergaan, en wel doordien zij ongeschikt worden, om, na eenmaal te zijn gebroken of teruggekaatst, andermaal in bepaalde richtingen teruggekaatst of gebroken te worden.

Om deze eigenaardigheid van het licht te karakteriseeren, heeft men haar den naam van polarisatie gegeven, d. w. z. twee polen aannemen. Gepolariseerd licht is dus niet anders dan licht met twee polen, eene donkere en eene lichte.

Wanneer men op een onverfoelied spiegelglas, dat van achteren is zwart gemaakt, licht terugkaatst, onder eenen hoek van 35°25', zooals in fig. 21, is de lichtstraal *ab* in de lijn *bc* teruggekaatst en daardoor gepolariseerd; het vlak *abc* is zijn polarisatievlak. Vangt men den gepolariseerden straal in een anderen zwart gemaakten spiegel op, die zooals de fig. aantoont paralel aan den eersten staat, dan worden de stralen ook door dezen spiegel in een hoek van 35°25' teruggekaatst, het spiegelvlak is verlicht en vallen dus de beide terugkaatsing- of polarisatievlakken der beide spiegels te samen.

Fig. 21.



Draait men nu den bovensten spiegel zoo, dat zijn helling tegen den horizontalen dezelfde blijft, terwijl de lijn van den gepolariseerden straal *bc* de omdraaiingsas vormt, dan vertoont zich die eigenaardige, slechts bij gepolariseerde stralen voorkomende verschijning, dat bij dit draaien de bovenste spiegel langzaam donkerder wordt, de terugkaatsing der stralen dus afneemt, tot bij 90° draaiing de spiegel volkomen duister schijnt en niet meer terugkaatst. Gewone lichtstralen zullen ook bij deze draaiing teruggekaatst worden en de bovenste spiegel dus verlicht schijnen.

Met de bovenste spiegel is natuurlijk ook zijn polarisatievlak *dcb* 90° gedraaid en vormt nu met dat van den ondersten spiegel een rechte hoek. Draait men den bovensten spiegel verder, dan

wordt deze weer verlicht en kaatst bij 180°, in welke stelling de polarisatievlakken der 2 spiegels opnieuw samenvallen, de lichtstralen weer volkomen terug.

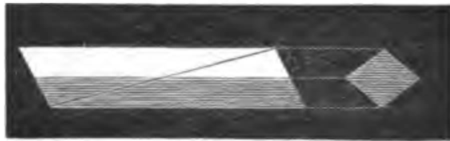
Volgens Jamin is glas de beste polarisator en anthraciet de slechtste. Daar de metalen slechte polarisators zijn, gebruikt men geen verfoelied glas voor de polarisatiespiegels.

Om te kunnen aantoonen, wanneer het licht gepolariseerd is, gebruikt men kleine werktuigen (polariscopes, analyseurs). De meest gebruikelijke analyseurs zijn platen van zwart glas, tourmalijnplaatjes, dubbelbrekende prisma's, het prisma van Nicol, enz.

Het prisma van Nicol, als het belangrijkste, verdient eene nadere beschrijving. Het is kleurloos, polariseert het licht volkomen en laat slechts eenen enkelen gepolariseerden straal in de richting zijner as door.

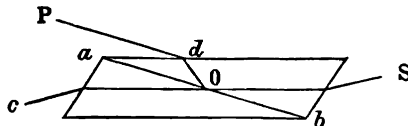
Tot zijne vervaardiging neemt men een rhomboëder van IJslandsch spaath, ter lengte van ongeveer 25 mM., bij eene dikte van 8 mM., en klooft hem in tweeën volgens een vlak, dat loodrecht staat op het vlak van de langste diagonalen der beide bases, en dat dus door de stompe hoeken gaat, die het naast bij elkander liggen. Nu voegt men de beide helften weder in dezelfde orde te zamen met Canada-balsem. Het op deze wijze saamgesteld parallelopipedum draagt den naam van prisma van Nicol. (Fig. 22.)

Fig. 22.



Indien de brekings-index van den Canada-balsem kleiner is dan de gewone brekings-index van het IJslandsche spaath, maar grooter dan zijne buitengewone brekings-index, dan volgt daaruit, dat wanneer een lichtstraal S O (Fig. 23) in het prisma dringt, de gewone straal eene

Fig. 23.



totale terugkaatsing ondergaat op de oppervlakte *a b*, en de richting O *d* P volgt, terwijl de buitengewone O *c* alleen doorgaat, waaruit blijkt, dat het prisma van Nicol alléén den buitengewonen straal doorlaat.

Wanneer een gepolariseerde straal door eene kwartsplaat gaat, die

loodrecht op de kristal-as geslepen is, dan blijft deze straal nog altijd gepolariseerd bij de uittreding, echter niet in hetzelfde vlak, als waarin hij voor zijnen gang in het kwarts gepolariseerd was. Bij het gebruik van sommige kwartssoorten wijkt het nieuwe vlak af naar de linkerzijde van het vroegere; bij andere heeft deze afwijking plaats naar de rechterzijde. Fresnel noemde dit verschijnsel cirkelvormige polarisatie. Het werd door Arago het eerst waargenomen, maar vooral door Biot onderzocht, die de volgende wetten deed kennen.

1°. De draaiing van het polarisatievlak is niet dezelfde voor de verschillende enkelvoudige kleuren, zij is te grooter, naarmate de kleuren breekbaarder zijn. Het onderstaande staatje geeft den draaiingshoek der verschillende enkelvoudige lichstralen voor een 1 mM. dikke kwartsplaat aan.

Naam van den enkelvoudigen straal.	Draaiingshoek.
uiterste rood	18,8°
grens van rood en oranje	21,5°
" " oranje en geel	23,8°
" " geel en groen	27,5°
" " groen en blauw	32.5°
" " blauw en indigo	37,6°
" " indigo en violet	41,5°
uiterste violet	49,1°

Hieruit kan men den draaiingshoek afleiden voor het midden der stralen van elke kleur, als volgt:

rood	20,15°
oranje	22,80°
geel	25,65°
groen	30,—°
blauw	35,05°
indigo	39,55°
violet	45,30°

2°. Bij platen van een zelfde kristal en eene zelfde enkelvoudige kleur, is de draaiing evenredig aan de dikte der plaat. Wanneer wij eene kwartsplaat van 3,75 mM. dikte hebben, zal de draaiingshoek volgens dezen regel b. v. zijn voor

rood = 75,56°
geel = 85,50°
violet = 169,87°

3°. Dezelfde dikte brengt ongeveer dezelfde draaiing teweeg, zoowel van de rechter- naar de linkerzijde als omgekeerd.

Verschillende stoffen draaien het polarisatievlak rechts, andere daarentegen links. Aan eerstgenoemde geeft men den naam van rechtsdraaiende, deze zijn: rietsuiker, druivensuiker, pissuiker, melksuiker,

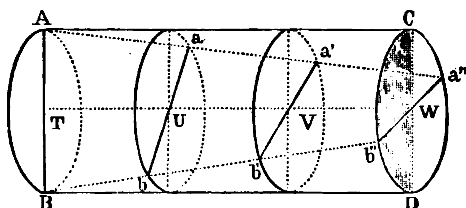
citroenolie, kamfer-spiritus, dextrine, enz.; terwijl vruchtensuiker, invertsuiker, terpentijnolie, Arabische gom, enz. linksdraaiende worden genoemd.

Kwarts is de eenige vaste stof, waarin men de cirkelvormige polarisatie heeft waargenomen. Biot echter ontdekte deze eigenschap in een aantal vochten en oplossingen en hij was de eerste, die opmerkte, dat de verplaatsing van het polarisatievlak een middel is om het verschil in de samenstelling der lichamen, die men door scheikundige ontleding niet ontdekt, te leeren kennen.

Biot vond verder, dat het draaiend vermogen der vochten veel geringer is dan dat van kwarts. In stroop van rietsuiker is dit vermogen zes en dertig maal kleiner dan in het kwarts; waaruit volgt, dat men genoodzaakt is om de proeven met vochtkolommen van genoegzame lengte te nemen, b. v. van 20 cM.

Fig. 24 geeft eene voorstelling van de cirkelvormige polarisatie. Stellen wij ons de geheele figuur voor als een lichaam, dat het polarisatie-vlak der gekleurde stralen (welke te zamen het witte licht vormen) om eenen bepaalden hoek rechts of links draait, en dat de gepolariseerde lichtstraal van voren in het loodrechte polarisatie-vlak A B treedt, dan blijft dit vlak bij het doorgaan van den straal door het lichaam niet loodrecht, maar neemt van vak tot vak voortdurend meer hellende stellingen: a b, a' b', a'' b'' aan, en ondergaat dus onderweg eene schroefvormige draaiing, ten gevolge van den hoek C W a'', welke het polarisatie-vlak van den intredenden straal met den uittredenden maakt. Deze

Fig. 24.



hoek, de maat der draaiing, is verschillend, naarmate de straal gekleurd is; hij is de kleinste, wanneer de straal rood is en neemt, in volgorde der kleuren, geel, groen, blauw tot violet, in grootte toe. De oorzaak van dit verschil in het bedrag der draaiing van gekleurde polarisatievlakken ligt — volgens de optica — in de verschillende snelheid, waarmede zich de verschillend gekleurde lichtgolven voortplanten. (Volgens de theorie der trillingen ontstaat en werkt het licht, even als het geluid, door beweging en voorttrilling van den, alle lichamen doordringenden, onweegbaren aether).

De roode lichtgolven zijn de langste en langzaamste, de violetkleurige daarentegen de kortste en snelste; daardoor wordt het

polarisatie-vlak van het roode licht door een veel kleineren hoek gedraaid dan van het violetkleurige (18,5° : 41°). Treedt nu wit, d. w. z. een uit alle kleuren samengesteld licht, in een polarisatie-vlak draaiend lichaam, dan zal het door de ongelijke beweging van zijne enkelvoudige gekleurde bestanddeelen, gebroken weer uittreden en de stand van den hoek tusschen de enkelvoudige kleurbestanddeelen zal evenredig zijn aan de lengte van het draaiend lichaam, zooals de gang van de gelijkmatig gewondene schroeflijn A a, a' a'' ten opzichte van de richting T, U, V, W, duidelijk aantoont.

Daar nu het bedrag der draaiing (de draaiingshoek) altijd evenredig is, 1°. aan het suikergehalte der vloeistof in volume, 2°. aan de lengte (dikte) der te onderzoeken vloeistof, heeft men door deze twee wetten den grond gelegd voor een volkomen zeker en te gelijk eenvoudig middel om suikerhoudende lichamen te analyseeren. Men behoeft slechts vloeistofzuilen van gelijke lengte te beschouwen, d. w. z. voor elke te onderzoeken suikeroplossing een even lange waarnemingsbuis te gebruiken, om onmiddellijk uit de werking van iedere oplossing ten opzichte van den draaiingshoek, haar suikerrijkdom door onderlinge vergelijking te berekenen. Dit gebeurt nu ook bij polarisatie-instrumenten, d. w. z. instrumenten, bij welke de gepolariseerde lichtstraal door kolommen suikeroplossing van gelijke lengte gaat, en het bedrag der draaiing, hetwelk de suikeroplossingen op het polarisatievlak des straals uitoefenenen, hetzij direct aan een cirkelverdeeling of indirect aan eene aangebrachte schaal gemeten wordt. Hoe nauwkeuriger het instrument het meten van den draaiingshoek veroorlooft, hoe nauwkeuriger men den suikerrijkdom der oplossing door het instrument kan te weten komen. Evenwel gebeurt het, dat een polarisatie-resultaat verschillend kan uitvallen, naar gelang van de bewerking en werktuigelijke volkomenheid van het polarisatie-instrument.

Het oorspronkelijke instrument van Biot verkreeg, zooals de meeste oudere instrumenten, b.v. het Nörenbergsche, den gepolariseerden lichtstraal door eenvoudige terugkaatsing van zwartgemaakte spiegels. Bij alle nieuwere instrumenten daarentegen wordt de polarisatie scherper en eenvoudiger verkregen door lichtbreking, met behulp van kalkspaathprisma's (die van Nicol) welke (oorspronkelijk dubbel brekend) zóó ingericht zijn, dat een der beide stralen geannuleerd, en bij gevolg slechts in éene richting gepolariseerd licht doorgelaten wordt. Het eene der beide prisma's (het polariseerende) van zulk een instrument, is vóór de suikeroplossing geplaatst en verricht de polarisatie van het intredende licht; het andere prisma (het analyseerende) is achter de suikeroplossing aangebracht, en heeft ten doel de ligging van het polarisatievlak van het uittredende licht te bepalen.

Voor het speciaal onderzoek van suiker zijn hoofdzakelijk de volgende instrumenten van beteekenis:

1. Toestel Soleil-Duboscq.
2. Toestel Soleil-Ventzke-Scheibler.
3. Halfschaduwtoestel met wigcompensatie schaal Ventzke van Schmidt & Haensch
4. Toestel van Laurent.
5. Polaristrobometer van Wild.

Daar het toestel van Mitscherlich thans heeft opgehouden voor de industrie van eenige beteekenis te zijn, wordt de beschrijving van dit instrument hier achterwege gelaten.

N°. 1 en 4 worden hoofdzakelijk in Frankrijk en België, N°. 2 en 3 in Duitschland en Oostenrijk en door een besluit der Nederlandsche Raffinadeurs ook in ons land gebruikt, terwijl N°. 5, hoewel voor wetenschappelijk onderzoek onmisbaar, in de laboratoriums der suikerindustrie met enkele uitzonderingen niet meer gebruikt wordt.

Bij al deze instrumenten zijn de in fig. 21 blz. 57 genoemde spiegels vervangen door twee kleine in bepaalde manier samengestelde en geslepen prisma's van kalkspaath. Op dezelfde wijze als daar vermeld, kan een lichtstraal ook gepolariseerd worden door de lichtbreking in bepaalde kristallen, en vooral bezit het genoemde kalkspaath in sterke mate de eigenschap alle hem doorloopende lichtstralen te polariseeren. Deze prisma's worden naar zijn uitvinder Nicolprisma's genoemd, zie fig. 21.

Het prisma, dat in de polarisatie-instrumenten tegen de lichtbron gekeerd is, noemt men het polariseerende prisma en komt dus overeen met den ondersten spiegel fig. 21 blz. 57, kortweg de polarisateur genoemd; het andere prisma, gelijk aan den bovensten spiegel, noemt men het analyseerende prisma of analisateur.

Worden de te onderzoeken suikeroplossingen in glazen of koperen buizen, die aan weerszijden door glasplaatjes zijn afgesloten, door op de buis schroevende kopdeksels, tusschen den polarisateur en den analysateur gelegd, dan veroorzaakt de lichtbrekende eigenschap der suiker bij den doorgang van het gepolariseerde licht eene draaiing, die proportioneel is aan de lengte der buis en de concentratie der suikeroplossing. Bij den gang van den lichtstraal door den analisateur, neemt men dezelfde uitwerking waar als bij het gebruik van den hoekspiegel werd aangegeven.

Bij eenige wordt de draaiende werking der suikeroplossingen onmiddellijk in graden op een graadboog, bij andere daarentegen het draaiingsvermogen der suikeroplossingen middelijk gemeten door annuleering der draaiing, en wel door de dikte eener kwarts-plaat, wier draaiingsvermogen links het rechts-draaiingsvermogen der suikeroplossing opheft.

1. SACCHARIMETER VAN SOLEIL.

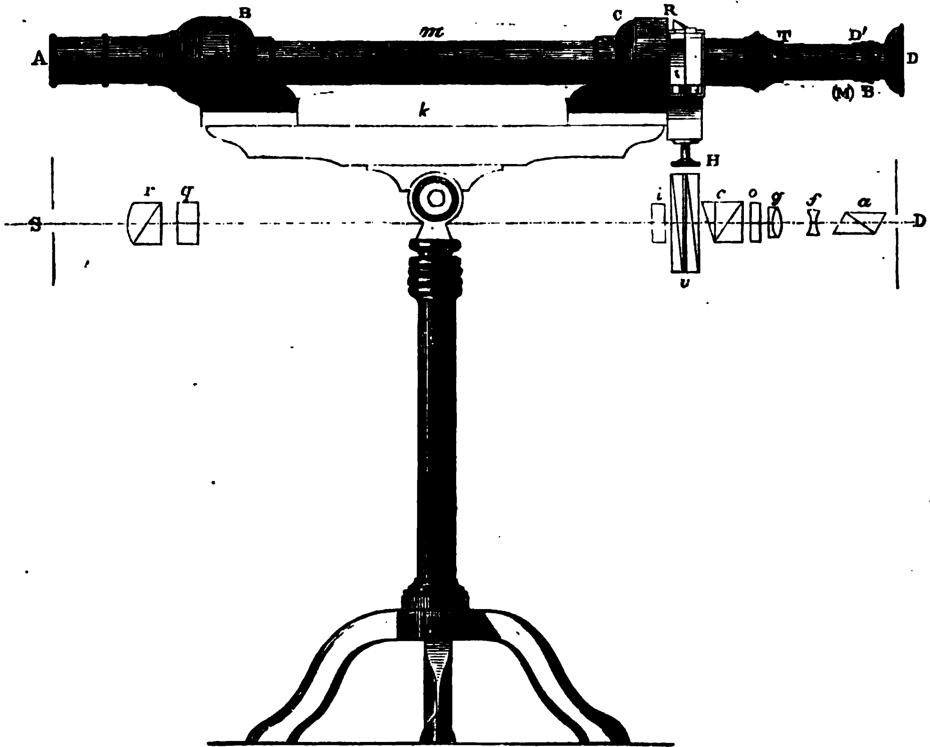
De saccharimeter van Soleil, verbeterd door Duboscq, wordt in fig. 25 voorgesteld. Dit algemeen verspreide instrument wijkt zoowel door

vorm en nauwkeurigheid, als door het beginsel der aflezing, zeer af van het vroeger gebruikte toestel van MITSCHERLICH.

De namen der verschillende deelen in doorsnee, fig. 25 voorgesteld, staan onder de fig.

Vóór de opening S (fig. 26) wordt eene lichtbron (eene moderateur-lamp of gasvlam) geplaatst. Het licht in de richting der as van het

Fig. 25.

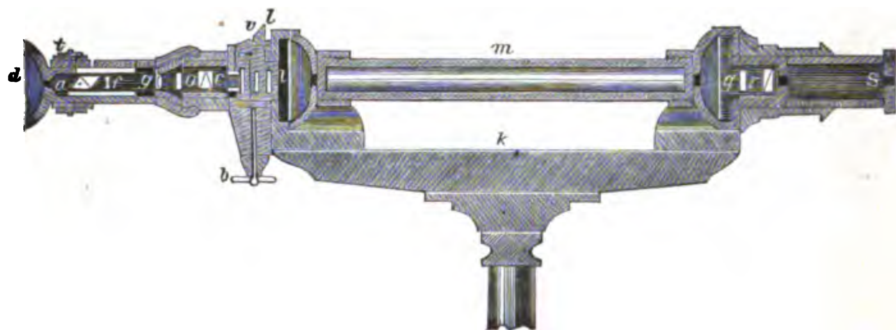


r dubbelbrekende polarisateur.
q rechts en linksdraaiende kwartsplaatjes.
i compenseerend kwartsplaatje.
v compensator.
c analyseur (dubbelbrekend).
o kwartsplaat.
g biconvexe lens.
f biconcave.
a prisma van NICOL.

werktuig afgezonden, ontmoet ten eerste een dubbel brekend prisma *r*, dat tot polarisateur dient. Alleen het gewone beeld komt langs de as tot het oog, terwijl de lichtstralen van het buitengewone beeld, zijwaarts gebroken, buiten het gezichtsveld vallen, uithoofde der boogwijdte van den hoek, dien de gewone en buitengewone straal onderling

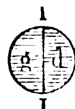
maken. Eindelijk is de stand van het dubbelbrekende prisma zoodanig, dat het polarisatievlak of de hoofddoorsnede van het prisma verticaal ligt en door de as van den toestel gaat.

Fig. 26.



Bij zijne uittreding uit het dubbelbrekende prisma ontmoet de gepolariseerde lichtstraal een kwartsplaatje *q* met een dubbeldraaiend vermogen, d. i.: een plaatje, dat het draaiingsvlak beurtelings rechts en links kan doen draaien. Om dit te kunnen doen, wordt het uit twee kwartsplaatjes, die juist aan elkander sluiten en even dik zijn, samengesteld, en wel zóó, dat de eene helft uit een rechtsdraaiend, de andere uit een linksdraaiend bergkristal is geslepen. Fig. 27 stelt die plaatjes voor; de aansluitingslijn ligt verticaal en in hetzelfde vlak met de as van den toestel. Deze kwartsplaatjes, loodrecht op de as gespleten, hebben eene dikte van 3.75 mM. (volgens Walkhoff 7,5 mM.) waardoor eene draaiing van 90° bewerkt wordt; zij geven, door den polarisateur gezien, eene purperviolette kleur. Deze kleur noemt men overgangskleur, want indien men den analyseur slechts een weinig uit de parallelle stelling rechts of links draait, zal de eene helft der plaat dadelijk eene blauwe, de andere eene roode tint aannemen. Het kwarts, onverschillig of het rechts of links draaiend zij, draait het polarisatievlak altijd bij gelijke dikte (zie blz. 59), waaruit volgt, dat de twee kwartsplaatjes *g* en *d* dat vlak gelijkelijk doen draaien, en wel het eene rechts, het andere links. Bijgevolg moeten zij, door een dubbelbrekend prisma gezien, nauwkeurig dezelfde tint bezitten.

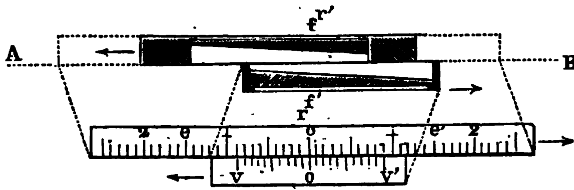
Fig. 27.



Nadat de gepolariseerde straal de kwartsplaatjes *q* is doorgegaan, treedt hij in het vocht, dat de buis *m* bevat, en ontmoet aan de andere zijde een ander enkelvoudig kwartsplaatje *i* van willekeurige dikte, waarvan men straks het doel leert kennen.

In *r* bevindt zich de compensator, die de draaiing, door de vochtkolom *m* bewerkt, moet annuleeren. Hij bestaat uit twee kwartsplaatjes, die op dezelfde wijze, hetzij rechts of links, het polarisatievlak draaien,

Fig. 28.



doch in tegengestelde richting met het plaatje *i*. Deze beide kwartsplaatjes, die in fig. 28 in doorsnede zijn voorgesteld, verkrijgt men, door eene kwartsplaat met parallelle zijden zoodanig door te snijden, dat zij twee prisma's vormt, met eenen gelijkbrekenden hoek *f* en *f'*; legt men vervolgens deze twee prisma's op elkander, zooals de figuur aanwijst, dan verkrijgt men eene enkele plaat met parallelle zijden, die 't voordeel heeft, dat zij van dikte kan veranderd worden. Tot dat einde wordt ieder prisma in eene sponning gevat, zoodat elk hunner heen en weder kan schuiven en de overeenstemmende zijden toch hare evenwijdigheid kunnen behouden. Deze beweging wordt bewerkt door middel van eene getande stang en een tandrad, dat men met behulp van den knop *b* draait. (fig. 26.)

Wanneer de kwartsplaatjes worden verplaatst in de door de pijltjes aangeduide richting (fig. 28), dan is het duidelijk, dat hunne gezamenlijke dikte afneemt, en dat deze zal toenemen, wanneer de plaatjes in eene tegenovergestelde richting worden verschoven. De schaal *e* en de nonius *v* (fig. 28) volgen de beweging der plaatjes en dienen tot het meten van de afwisselende dikte, die zij alzoo verkrijgen. Deze schaal en haar nonius, heeft twee verdeelingen, met een gemeenschappelijk nulpunt; de eene wordt geteld van de linker naar de rechter zijde, voor rechtsdraaiende stoffen; de andere van de rechter- naar de linkerzijde, voor linksdraaiende.

Wanneer de nonius op het nulpunt staat, dan is de som der dikten van de plaatjes *f* en *f'* volkomen gelijk aan die van het plaatje *i*, en daar de draaiing van dit laatste omgekeerd geschiedt met die van den compensator, wordt de optische werking opgeheven. Maar wanneer men de plaatjes van den compensator in de eene of andere richting beweegt, dan behoudt òf de compensator, òf het kwarts *i* de bovenhand, en er heeft eene draaiing naar de rechter- of linkerzijde plaats.

Achter den compensator is een dubbelbrekend prisma *c* geplaatst (fig. 26), dat tot analyseur dient; hierdoor moet men den gepolariseerden straal, die door het vocht en de verschillende kwartsplaatjes is gegaan, waarnemen. Ten einde het doel van het prisma *c* beter te begrijpen, denken wij voor een oogenblik de kristallen en lenzen, ter rechter zijde er van in de teekening afgebeeld, weg. Wanneer men nu eerst het nulpunt van den nonius *v* doet samenvallen met

dat van de schaal, en het vocht in de buis optisch werkeloos is, dan vernietigen de optische werkingen van den compensator en van het plaatje *i* elkander, en dewijl de uitwerking van het vocht ook nul is, zoo vertoonen beide helften van het plaatje *q*, door het prisma *c* gezien, volkomen dezelfde kleur, wat men boven reeds heeft opgemerkt. Vervangt men nu het optisch werkeloos vocht in de buis *m* door eene tweede buis, die gevuld is met eene suikeroplossing, dan voegt zich het draaiend vermogen dezer oplossing bij die, welke in gelijken zin door een der kwartsplaatjes *q* met dubbele draaiing ontstaat, en zij vermindert in dezelfde verhouding het draaiend vermogen van het andere kwarts. Hieruit volgt, dat de beide helften van de dubbelplaat van Soleil *q* niet meer dezelfde kleur vertoonen, maar dat de helft *g* rood en de helft *d* blauw zal zijn. Daarna brengt men de prisma's van den compensator in beweging, door den knop *b* rechts of links te draaien, totdat het verschil tusschen de werking van den compensator en de plaat *i* het draaiend vermogen der oplossing compenseert, hetgeen plaats heeft op het oogenblik dat de beide helften der dubbelplaat *q* weder hare eerste kleur hebben teruggekregen.

Wat nu de afwijking en de dikte van den compensator aangaat, deze wordt gemeten door de betrekkelijke verplaatsing van de schaal *e* en den nonius *v*. De indeelingen der schaal zijn zoodanig genomen, dat 10 van deze overeenkomen met eene afwisseling van 1 mM. in de dikte van den compensator; en daar de nonius $^1/_{10}$ van deze indeelingen kan aanwijzen, zoo volgt hieruit, dat hij verschillen van $\frac{1}{100}$ mM. in de dikte van den compensator waarneembaar maakt. De nieuwere instrumenten door Duboscq afgeleverd hebben schalen, waarop de verdeeling van 0 naar rechts tot 150 en van 0 naar links tot 50 gaat; de nonius is niet verdeeld en wijst dus direct percenten aan. De optische werking van dezen saccharometer zal het best begrepen worden, wanneer wij de voornaamste handgrepen, die in de praktijk voorkomen, direct beschrijven. Voor elke onderzoeking moet de bepaling van het nulpunt geschieden.

Tot dat doel draait men door middel van den knop *b* de 0 van den nonius op de 0 der schaal, legt eene buis met water gevuld in het instrument en zet eene lichtbron, omgeven met een dekstuk zooals in fig. 36 is voorgesteld, vóór de opening S en ziet nu door het oculair *d* van den verrekijker *f* in het instrument. Wanneer het nulpunt juist is gesteld, ziet men duidelijk de gelijkvormig gekleurde schijf, [1]) welke door eene donkere loodrechte middellijn in twee helften van gelijke grootte links en rechts (fig. 27) is gedeeld.

---

[1]) Velen geven aan een niet te diep purperviolet „teinte de passage" de voorkeur; in de meeste gevallen echter is de helderste kleur, die het meest naar wit overhelt, voor de meeste oogen de geschiktste waarnemingskleur.

Wanneer de beide helften ongelijk van kleur zijn, hetzij de eene rood, de andere meer blauw of groen is, dan kan dit verschil alleen veroorzaakt worden, wanneer de polariseerende werking van *q* tegengewerkt wordt door eene van *f f'* (fig. 28) uitgaande polarisatie. Zulk eene werking volgt, wanneer de som der dikten van *f f'* niet gelijk is aan de dikte van *q*, maar meer of minder bedraagt. De stelling der beide kwartsplaatjes *f f'* moet in dit geval zoo verbeterd worden, dat hare som gelijk is aan *q*, zonder daarom de nulstelling te veranderen. Om deze verbetering te bewerkstelligen is eene stift bij R (fig. 25) aangebracht, welker draaiing een met de plaatjes *f f'* in verbinding staand rondsel beweegt, waardoor de noodige verschuiving gemakkelijk verricht wordt.

Door den nonius heen en weer te draaien met een gelijk getal graden (1° of 2°) rechts en links, kan men indirect de nulstelling controleeren; het daardoor veroorzaakte kleurverschil moet bij de rechts- of linksdraaiing volkomen gelijk zijn.

Men kan slechts zoolang een juist oordeel over de kleurgelijkheid uitspreken, als het oog nog onvermoeid is; bij langere waarneming van een en hetzelfde voorwerp kan men kleine kleurverschillen niet meer onderscheiden. Daarom moet men gedurende de waarneming meermalen rusten, opdat men niet genoodzaakt worde spectrums, die na lang scherp waarnemen vastgesteld zijn, bij eene latere vergelijking onjuist te vinden en te moeten verbeteren. Wanneer men de waarnemingsbuis *m*, in plaats van met water, met eene suikeroplossing vult en in het instrument legt, dan ziet men bij de waarneming niet meer de gelijke schijf, maar twee verschillend gekleurde halve schijven. De oorspronkelijke gelijkheid verkrijgt men door het draaien van den knop *b*. Eene 200 mM. lange kolom eener suikeroplossing, welke in 100 cM^3, 16,35 gram suiker bevat, bewerkt eene even groote draaiing van het polarisatievlak als eene 1 mM. dikke kwartsplaat. De verschuiving der plaatjes *f f'* moet dus zóóveel bedragen, dat de som harer dikten 1 mM. meer of minder bedraagt dan de dikte van *q*; daardoor wordt de draaiing der boven opgegeven suikeroplossing opgeheven en heeft men de oorspronkelijke kleurgelijkheid terug bekomen.

Het punt der schaal, waar de nonius meê samenvalt bij deze gelijkheid, heeft men 100 genoemd, en men neemt aan, dat het instrument nauwkeurig is, wanneer eene oplossing van 16,35 gram zuivere droge suiker, tot een volume van 100 cM^3. gebracht, in het instrument een gelijk gekleurd spectrum vertoont, zoodat het punt 0 van den nonius op het punt 100 der schaal staat.

De optische gevoeligheid dezer instrumenten is vrij groot, en de daaruit voortvloeiende quantitatieve suikerbepaling eene vrij nauwkeurige, daar men, zelfs minder dan $^1/_{10}$ perc. (0.08) suiker in de te polariseeren oplossing kan taxeeren.

Wanneer nu 100° der schaal (1 mM. kwartsdikte) 16.35 g. suiker in 100 cM³. water aantoonen, dan beantwoordt 1° ($\frac{1}{100}$ mM. kwartsdikte) $\frac{16,35}{100}$ = 0,1635 g. suiker in 100 cM³. Volgens deze verhouding kan men het suikergehalte van oplossingen (sappen of ruw-suikeroplossingen) gemakkelijk berekenen. Wanneer b. v. eene oplossing 53° aan de schaal aangeeft, dan bevat zij in 100 cM³. (53 × 0.1635, = 8,6 g. suiker [1]). Het spec. gewicht dezer oplossing bedroeg 1.038, dus 100 cM³. oplossing wegen 103,8 g., bijgevolg 100 g. der oplossing bevatten $\frac{100 \times 8,6}{103,8} = \frac{8,6}{1,038}$ = 8.2 g. of 8.2 gewichtspercenten suiker.

Heeft men beetwortelsap te onderzoeken, dan gebruikt men daartoe een fleschje met twee verdeelingen, de eene tot 100 cM.³, de andere tot 110 cM.³ Men vult tot 100 cM.³ met sap en voegt 10 cM.³ loodoplossing bij, filtreert en polariseert. Vindt men nu voor het met $^1/_{10}$ verdunde sap b. v. 71°, dan zou het sap zonder toevoeging van loodoplossing (71 + 7.1) = 78.1° op de schaal aangegeven hebben; 100 cM.³ van hetzelve bevatten dus (78.1 × 0.1635) = 12.76 g. suiker; wanneer het spec. gewicht is 1.059, verkrijgt men $\frac{12,76}{1.059}$ = 12.04 als gewichtspercenten suiker.

Voor de bepaling van de hoeveelheid kristalliseerbare suiker in ruwe suikers lost men de normaalhoeveelheid = 16.35 g. tot 100 cM.³ op. — De nu afgelezene graden geven dan direct de percenten kristalliseerbare suiker aan. Polariseert b. v. een Java N°. 18, 98°.5, dan is ook zijn suikergehalte 98.5 %. Heeft men voor de helderheid der oplossing van eene donkerder suikersoort, b. v. een Java N°. 10 eene toevoeging van 10 cM.³ loodoplossing noodig en polariseerde de helder gefiltreerde vloeistof b. v. 84°, dan bedraagt het suikergehalte van die suikersoort (84 + 8,4) = 92.4 %; zoo handelt men met basterden, en alle andere ruwe suikers.

Het behoeft dus nauwelijks vermelding, dat men de gewichtsprocenten van ruw beetwortelsap direct kan polariseeren, indien men een veelvoud der normaalhoeveelheid, b.v. het zesvoudige = 16.35 × 6 = 98.10 g, sap, met water tot 100 cM.³ verdund, aanwendt. De gevonden graden met $^1/_{10}$ vermeerderd en door 6 gedeeld, geven direct gewichtspercenten suiker in het sap, zonder dat eene bepaling van het spec. gewicht noodig is. Polariseert b. v. een op die wijze verdund,

---

[1]) Om de lastige multiplicatie te vermijden, gebruikt men tabellen, door Clerget berekend, waarop men de grammen suiker in volumen naast de graden vindt aangegeven. In alle Duitsche werken vindt men de oude tafel van Clerget opgenomen, waarbij 16.47 g. suiker in 100 cM³ als basis is aangenomen. Aan het eind van dit werk is de tafel van 16.35 gevoegd en voor hen, die een instrument bezitten dat voor 16.47 g. suiker is ingericht, is de kolom B, die de volumen percenten d. w. z. gram suiker in 100 of in 1000 cM³ (1 liter) voor elken graad draaiing aangeeft.

met $^1/_{10}$ cM.^{3} loodoplossing geklaard sap 61°, dan heeft men $\frac{(61 + 6,1)}{6} = \frac{67.1}{6} = 11.18$ % suiker.

Gewoonlijk heeft men behalve de waarnemingsbuizen van 200 mM. lengte nog eene van 220 mM. voor suikervloeistoffen, waarbij $^1/_{10}$ loodoplossing (of zoutzuur voor de inversie z. l.) toegevoegd is. Daardoor spaart men zich de moeite der correctie, want in de 220 mM. lange kolommen vloeistof, die met $^1/_{10}$ van haar volume verdund is, zal natuurlijk even zooveel suiker bevat zijn, als in een 200 mM. lange kolom, die de niet verdunde vloeistof bevat; gebruikt men de 220 mM. lange buis, dan zijn de gevonden graden weer directe suikerpercenten. Men kan ook correctie voor de toevoeging van loodoplossing vermijden, indien men $^1/_{10}$ van de normaalhoeveelheid suikerhoudende stof meer neemt (16.35 + 1.635) = 17.98 g.

Er blijft ons nu nog over, om het gebruik der kristallen en lenzen *o*, *g*, *f* en *a*, welke achter het prisma *c* geplaatst zijn (fig. 26), te doen kennen. Gezamenlijk maken deze deelen uit datgene, wat Soleil heeft bestempeld met den naam van opwekker van overgangskleuren. En inderdaad, de minst gevoelige kleur, d. i. eene zoodanige, die slechts een zeer zwak verschil in de kleuring van het spectrum te onderscheiden geeft, is niet voor alle oogen dezelfde; zooals reeds vroeger (blz. 66), werd opgemerkt, is purperviolet voor vele oogen de gevoeligste kleur. Het is derhalve van belang, om de overgangskleuren voor het oog van den waarnemer gevoeliger te maken. Te dien einde ligt er vóór het prisma *c* eerst eene kwartsplaat *o*, die loodrecht op de as is gespleten; voorts een kleine Hollandsche verrekijker bestaande uit eene biconvexe lens *g* en eene biconcave *f*; beide lenzen kunnen dichter bij of verder van elkander gebracht worden, naar gelang van den afstand, waarop de waarnemer scherp ziet. Eindelijk ligt het naast bij het oog een prisma van Nicol *a*, bevestigd in eene buis *t*, welke men naar welgevallen om hare eigene as kan ronddraaien. Daar nu het dubbelbrekende prisma *c* als polarisateur werkt ten opzichte van de kwartsplaat *o*, en het prisma *a* als analyseur, zoo volgt hieruit, dat, als men dit laatste rechts of links draait, het licht, dat door het prisma *c* de kwartsplaat en *o* is gegaan, moet veranderen van kleur; men kan daardoor de overgangskleur, welke de proefnemer voor vaste tint heeft aangenomen, op de plaat *q* naar de behoefte van het oog wijzigen.

Niet alle schalen van de instrumenten van Soleil zijn juist afgedeeld; het gebeurt wel eens, dat men het nulpunt juist gesteld hebbende, voor de normaaloplossing vindt 101° tot 102° (1.02 mM. kwartsdikte) bij de volkomen gelijkheid van het spectrum. In zulke gevallen is het noodzakelijk de normaalhoeveelheid te wijzigen; heeft men 101°, dan bedraagt de normaalhoeveelheid om 100° te verkrijgen (101 : 100 = 16.35 : x) x = 16,19 g. in 100 cM.^{3} Men kan dan weer voor een

deel der schaal 1 % suiker in rekening brengen, terwijl bij de polarisatie van sap of andere oplossingen naar volume de verhouding $\frac{16,19 \text{ gram}}{100}$ of 0.1619 g. suiker in volume voor elken graad aan de schaal gerekend moet worden.

De ondervinding heeft genoegzaam bevestigd, dat bij gebruikmaking van het op blz. 66 opgegeven helgele spectrum zeer nauwkeurige onderzoekingen mogelijk zijn, daar het zonder moeielijkheid uiterst geringe kleurverschillen bemerken laat. Men probeere slechts met andere kleuren, b. v. groen, rood of blauw, wanneer men eenmaal met de helgele kleur de gelijkheid van het spectrum heeft bepaald. De aanwijzingen op de schaal moeten voor alle kleuren gelijk zijn, want niet de soort der kleur, maar wel de gelijkheid der kleur bepaalt het bedrag der draaiing. Voor minder geoefenden zijn deze kleur-controleeringen zeer leerzaam.

Het prisma *a* maakt het buitendien mogelijk vloeistoffen, die noch door azijnzuur-loodoxyde, noch door beenzwart volkomen ontkleurd zijn, te polariseeren.

Eene in bijzondere gevallen gebruikelijke contrôle op de rechtspolarisatie eener suikeroplossing bestaat in hare linksdraaiing te meten, nadat men haar gehalte aan rietsuiker, door verwarming met zoutzuur, in linksdraaiende suiker (invertsuiker) heeft veranderd. Men doet deze verandering (inversie) dan, wanneer de te onderzoeken stof naast rietsuiker, andere evenzoo polariseerende stoffen bevat [1]).

Vruchtsuiker, glucose, enz. zijn zulke stoffen, die men vooral in de rietsuiker, in de naprodukten der suikerfabrikage en in ongunstige jaren, ook in beetwortels vindt, en die men door middel van de proef van Fehling (verhitting der suikeroplossing met kopervitriool en potaschloog; zie later) kan aanwijzen.

Daar nu de vruchtsuiker het polarisatievlak links draait, zoo zal eene oplossing van rietsuiker, waarin vruchtsuiker voorhanden is, de rechtsdraaiing verminderen met een bedrag, gelijkstaande aan de linksdraaiing der voorhanden vruchtsuiker. De rechtspolarisatie zou dus onjuist zijn, en men inverteert daarom de in de vloeistof aanwezige rietsuiker in invertsuiker, en polariseert. Het verschil, of de som der rechts- en links-polarisatie geeft dan het juiste bedrag zuivere kristalliseerbare suiker aan. De tafel, aan het einde van dit werk geeft direct, zonder eenige berekening, het suikergehalte der geïnverteerde oplossingen.

---

[1]) De veranderlijkheid der polarisatie van geïnverteerde suiker bij verschillende temperaturen en waarnemers heeft in lateren tijd de inversie nagenoeg geheel op zij gedrongen, zoodat men thans niet meer inverteert, maar het gehalte aan glucose door koperproefvocht bepaalt. Alleen wordt tegenwoordig melasse op deze wijze door inversie onderzocht.

Een voorbeeld zal waarschijnlijk de inversie en het gebruik der tafel duidelijk maken. Men neemt het drievoud van de normaalhoeveelheid (3 × 16.35) = 49.05 g. suiker, b. v. Cuba N° 10, en tot 300 cM.³ volume gebracht, met azijnzuurlood-oxyde behandeld en daarna over beenzwart gefiltreerd. Het helder afloopende vocht wordt als gewoonlijk gepolariseerd. Van hetzelfde vocht neemt men 50 cM.³ en voegt 5 cM.³ zoutzuur bij, dat nu in een waterbad langzaam verwarmd wordt tot 68° C.; op deze temperatuur houdt men het vocht ongeveer 10 minuten. De suiker is door deze bewerking volkomen in invertsuiker overgegaan. Men gebruikt hiertoe blikken cylinders, in fig. 29 en 30 voorgesteld. Is de inversie afgeloopen, dan neemt men het 55 cM.³ fleschje en zet het ter spoedige afkoeling in den cylinder fig. 30 met koud water gevuld. Is de temperatuur tot ongeveer 20° C. gedaald, dan vult men de buis van 220 mM.; aan deze buis is een tubus aangebracht, waarin men eenen thermometer zet om de temperatuur van het vocht in de buis te kunnen waarnemen.

Fig. 29. Fig. 30.



Nadat men gelijkheid van kleur in het instrument heeft ingesteld; leest men de graden, nu links, en de temperatuur af, en telt de vroegere rechtsdraaiing bij de thans gevonden waarneming. In de tabel van Clerget, aan het einde van dit werk, vindt men de sommen en verschillen der rechts- en linkspolarisatiën. Voorbeeld:

rechts	94.3	
links	32.—	+ 22° C.
	126.3	

In de tabel staat op de horizontale lijn bij de verticale van 22 136.3 = 95% suiker. [1])

[1]) De juiste uitvoering der inversie en linkspolarisatie vordert veel meer oefening en nauwkeurigheid, dan men gewoonlijk bij de veel eenvoudiger rechtspolarisatie in acht neemt, en het is noodig meer dan eenmaal te inverteeren; de afwijkingen, die men dan verkrijgt, ontnemen ons de zekerheid of wij wel juist gewerkt hebben en het is daardoor, dat de inversie nagenoeg geheel wordt nagelaten. Het is toch bekend, dat een aantal geleerde onderzoekers vrij belangrijke verschillen kregen bij de vaststelling van het polarisatievermogen van vruchtsuiker.

1 gram in 100 cM.³ gaf volgens	Pohl	0°.438
" " " " " " "	Michaelis	0°.504
" " " " " " "	Gentele	0°.448
" " " " " " "	Otto	0°.393

afwijking bij het instrument van Mitscherlich.

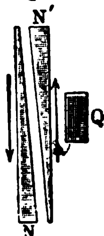
2. Saccharimeter Soleil—Ventzke—Scheibler.

Deze is door Soleil in 1848 te Parijs gemaakt en later door hem en Duboscq verbeterd. Ventzke gaf er eene andere schaal aan, speciaal voor Duitschland, en eindelijk bracht Scheibler eenige verbetering in de constructie.

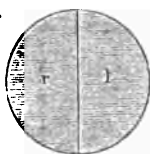
De optische inrichting is zoo, dat de van een gas- of petroleumlamp, in het instrument vallende stralen eerst door een polarisateur gaan en de hieruit komende gepolariseerde lichtstraal op een zoogenoemde dubbelplaat, eene kwartsplaat van zeer nauwkeurig bepaalde dikte (3.75 mM.) uit twee gelijke helften bestaande, van welke de eene, *l*, fig. 32, uit een linksdraaiend, en de andere helft, *r*, uit een rechtsdraaiend kristal gesneden is. Bij het zien door het instrument schijnt door deze oorzaak het ronde gezichtsveld door een loodrechte streep, verdeeld. Bij het doorgaan door deze dubbelplaat wordt gewoon (wit) dag- of lamplicht in zijn verschillend gekleurde stralen, ontleed. Een gedeelte daarvan wordt door de stelling harer polarisatievlakken door het analyseerende prisma voor het oog onwerkzaam gemaakt. De overblijvende geven aan de dubbelplaat een bepaalde mengkleur, een bleek violette kleur, die door de geringste verschuiving van het polarisatievlak in blauw en rood overgaat. Deze bepaalde kleur noemt men de overgangskleur. De beiden helften der kwartsdubbelplaat, schijnen nauwkeurig gelijk gekleurd, daar zij, beide even dik, het polarisatievlak gelijk sterk draaien. De uit deze dubbelplaat komende lichtstralen vallen op een, in het voorste gedeelte van het instrument bevestigde kwartsplaat Q (fig. 31) van willekeurig gekozen dikte en draaiing en daarachter een te zamen hoorend paar plaatjes N N', die dezelfde draaiing doch tegenovergesteld van Q bezitten. Is dus Q linksdraaiend, dan zijn N N' rechtsdraaiend en omgekeerd.

Dit paar plaatjes is zoo gemaakt, dat een vermindering of vermeerdering der gezamenlijke dikte mogelijk is en wel door de wigvormige gedaante, die men in fig. 31 kan waarnemen en door eene verschuiving, die door een getand rondsel op eene der plaatjes N aangebrachte getande staaf plaats heeft. Bij eene bepaalde stelling is de dikte der plaatjes N N' gelijk aan de dikte van Q en in dit geval neutraliseeren elkaar natuurlijk de tegenoverstelde draaiingen. Het oog van den waarnemer toegekeerd achter de plaatjes N N' is het analyseerende Nicol-prisma de analysateur aangebracht en een kleine verstelbare verrekijker om bij het afwisselende ver zien van verschillende waarnemers steeds een scherp beeld (fig. 32) te kunnen instellen. Is de dikte der wiggen N N' gelijk aan de dikte van Q, dan is het veld gelijk gekleurd.

Fig. 31.

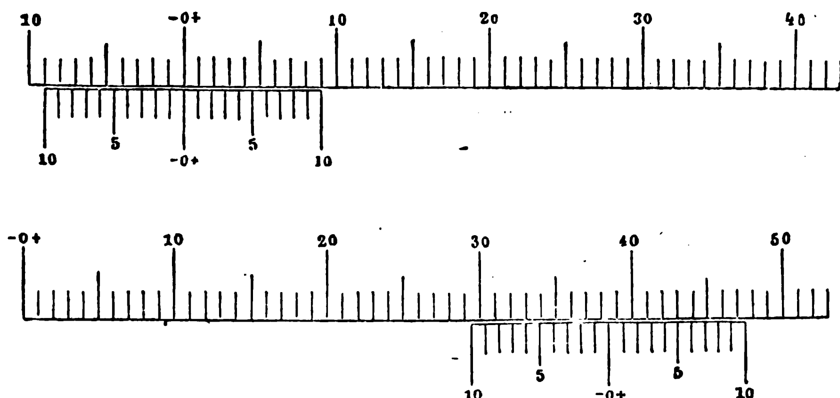


Bij deze stelling der kwartsplaten staat het instrument, zooals men het uitdrukt, „op het nulpunt."


Fig. 32.

Brengt men nu eene, het polarisatievlak draaiende stof, in ons geval dus eene suikeroplossing, in het toestel, dan voegt zich haar draaiingsvermogen bij dat der in gelijke richting draaiende helft der dubbelplaat, de afwijking der stralen naar de eene zijde wordt grooter en de kleurgelijkheid dus opgeheven. Omdeze werking nu weer tot kleurgelijkheid te herstellen, moet een der wiggen N N′ verschoven worden om eene vermeerdering der totale dikte te verkrijgen. Het bedrag dezer vermeerdering is gelijk aan de lengte en den suikerrijkdom der ingelegde vloeistof en wordt op eene aan de wig bevestigde schaal afgelezen. Daarvoor bevindt zich op het koperen raampje dat de wig N omsluit, een schaal geschroefd en nauw aanliggend op N′ een nonius, (op dezen laatste zijn 9 deelen der schaal in 10 deelen verdeeld) waardoor het mogelijk is $\frac{1}{10}$ gedeelte der schaal nauwkeurig af te lezen. In fig. 33 zijn de schalen met nonius afge-

Fig. 33.



beeld. In fig. 33 boven staat het instrument nauwkeurig op 0 het punt, in fig. 33 onder valt het 0 punt van den nonius tusschen 38° en 39° der schaal en de vijfde deelstreep van den nonius (naar rechts geteld) valt samen met een deelstreep der schaal: in dit geval leest men 38,5° als het bedrag der draaiing af. Bij eene linksdraaiende stof worden de linkerdeelstrepen van den nonius geteld.

Men noemt de kwartsplaat Q en de kwartswiggen N N′ de draaiingscompensateur.

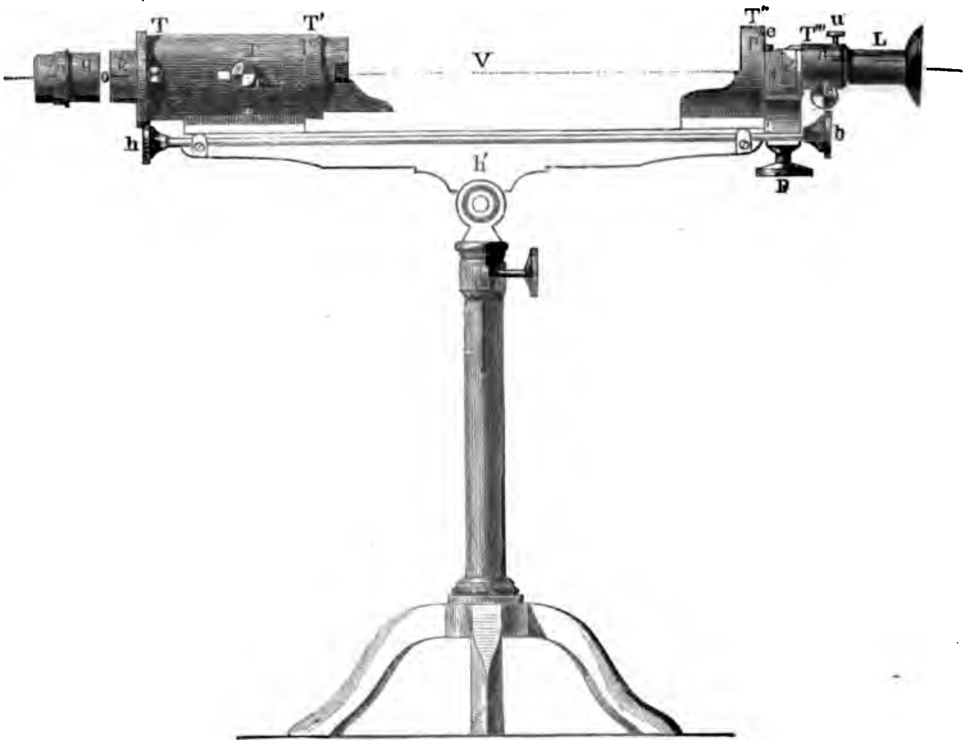
Door nauwkeurige onderzoekingen is vastgesteld, dat de vermeerdering der kwartsdikten 1 millimeter bedraagt voor 16,35 g. zuivere droge suiker in 100 cM³ vloeistof opgelost bij eene 200 mM. lange kolom vocht.

De volgende afbeeldingen (fig. 34, 35 en 36.) stellen, zonder dat

nadere beschrijving noodig is, duidelijk de inrichting voor oogen. Het prisma van Nicol, dat bij Soleil direct achter het oculair ligt, heeft Ventzke naar voren bij *n* gebracht. De waarnemingsbuizen zijn van glas in plaats van koper, en bij dit instrument zijn waarnemingsbuizen gevoegd, die eene lengte van 100 mM. hebben, waardoor men in staat is donkere oplossingen met eenige zekerheid te kunnen polariseeren. Fig. 36 vertoont het geheele instrument met eene buis van 100 mM. en de inrichting ter afwering van zijdelingsch licht; de inrichting *x* dient voor de aflezing der schaalverdeeling.

Men kan met deze instrumenten geïnverteerde suikeroplossingen niet goed polariseeren. Tegenover de saccharimeters van Duboscq bezaten deze, wat nauwkeurigheid betreft, geene voordeelen, al kon men met den nonius $\frac{1}{10}$ % aflezen.

Fig. 34.



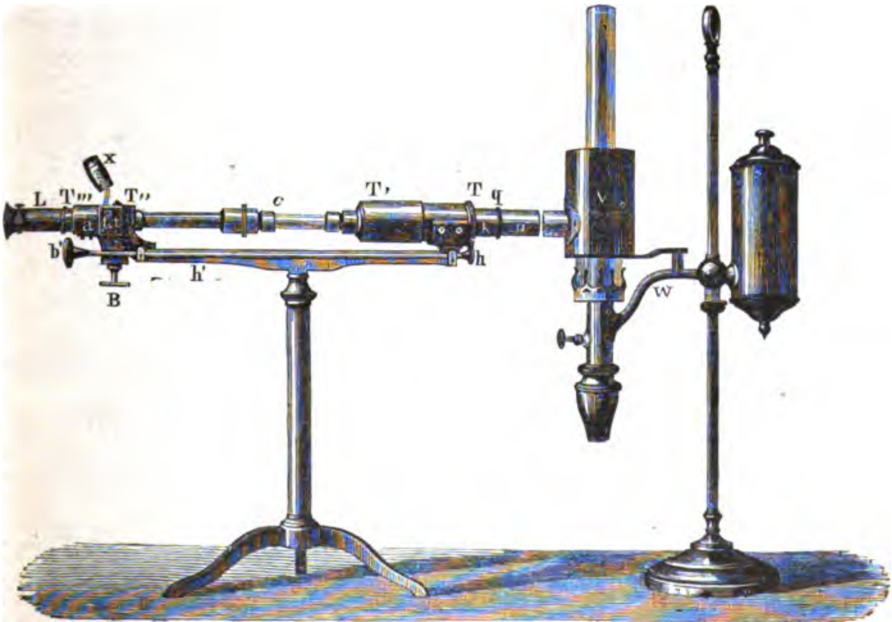
Evenals bij het instrument van Soleil, bestaat de juiste stelling van het nulpunt in de kleurgelijkheid der beide halfronde kwartsplaten. De grootste afwijking bestaat in de normaaloplossing. Ventzke nam

Fig. 35.



als basis voor zijn instrument eene normaaloplossing, die bij 17°.5 Celsius een spec. gewicht had van 1,100. Hij bracht den honderdsten graad der verdeeling daar, waar de draaiing van eene zuivere suikeroplossing van 1,100 spec. gew. opgeheven werd; zuivere suiker dus, opgelost in een volume water tot eene dichtheid van 1,100, wijst op zijn instrument 100.

Fig. 36.



Otto neemt aan, dat de normaaloplossing in 100 cM³. vloeistof 26.048 g. suiker bevat of het suikergehalte als $\frac{26.048}{1.1} = 23.68$ %. Elke graad draaiing vertegenwoordigt dus 0,26048 g. suiker in 100 cM³. vloeistof.

Met de drie verschillende instrumenten, die ik probeerde, was dit werkelijk het geval. Bij een vierde was de verhouding eenigszins anders en bedroeg in 100 cM³. voeistof 26,051 g.; dit instrument echter was zeer oud en kon voor eigenlijke vergelijking niet dienen.

De geheele manier van werken met het polarisatie-instrument van Ventzke is meer of min overeenstemmend met dat van Soleil. Evenwel biedt deze manier een voordeel aan boven de andere, en wel daardoor dat men niet alleen de hoeveelheid suiker, maar ook de hoeveelheid vreemde bestanddeelen van de te onderzoeken stof kan constateeren, en dus naast het absoluut suikergehalte te gelijk het relatieve, d. w. z. de verhouding tusschen suiker en vreemde stoffen in 100 deelen vaste stof bepaalt. Het is duidelijk, dat men de eigenlijke waarde eener stof alleen dan nauwkeurig kan vergelijken, als men weet hoeveel er van een gegeven lichaam op 100 deelen der droge stof voorkomt. Nu kan men dit veel nauwkeuriger berekenen uit de samenstelling, dan door het spec. gewicht. Ventzke ging uit van zuivere suiker en berekende daarop gebaseerde tabellen, die echter voor het onderzoek van ruwe suikers betrekkelijk geene waarde hebben, omdat de suiker vergezeld wordt door stoffen, die een lichter of zwaarder spec. gewicht bezitten dan suiker. De aanwijzing van den densimeter is dus niet meer correct en geeft dan ook bij nadere onderzoeking regelmatig andere resultaten dan de gewone analyse.

Wanneer men eene zuivere suikeroplossing van 1,100 spec. gew. onderzoekt, wijst de nonius 100, en de oplossing bevat 100 % suiker. Wordt daarentegen eene onzuivere oplossing van 1,100 onderzocht, dan zal het instrument slechts het suikergehalte aanwijzen, b. v. 70 % in 100 deelen vaste stof; het ontbrekende aan 100 of (100—70) = 30 % is dus het getal voor de hoeveelheid andere vaste stoffen dan suiker. Daar nu van hoeveelheid der vreemde stoffen de vorming der stroop en dus het rendement aan kristalliseerbare suiker afhangt, zoo is het van belang, ongeveer het bedrag te leeren kennen der vreemde stoffen, en de door Ventzke voorgeslagen manier is daartoe zeer eenvoudig, wanneer men met relatieve vergelijkingen tevreden is.

Voorbeeld: Om het suikergehalte en den zuiverheidsfactor van een ruwsuiker te weten, wege men nauwkeurig 26.048 g. af en losse die tot 100 cM.³ in gedistilleerd water op. Daarna weegt men met eenen nauwkeurigen densimeter het spec. gew. der oplossing en vindt 1.098 in plaats van 1.100. De ontbrekende 0.002 vertegenwoordigen percenten water. Nu wordt de oplossing gepolariseerd en gevonden 93 % zuivere suiker. Het werkelijk stofgehalte bedroeg 98 %, dus voor de vreemde stoffen 98—93 = 5 % en de geheele samenstelling der ruwe suiker:

---

[1]) Zeitschrift 1870, S. 611.

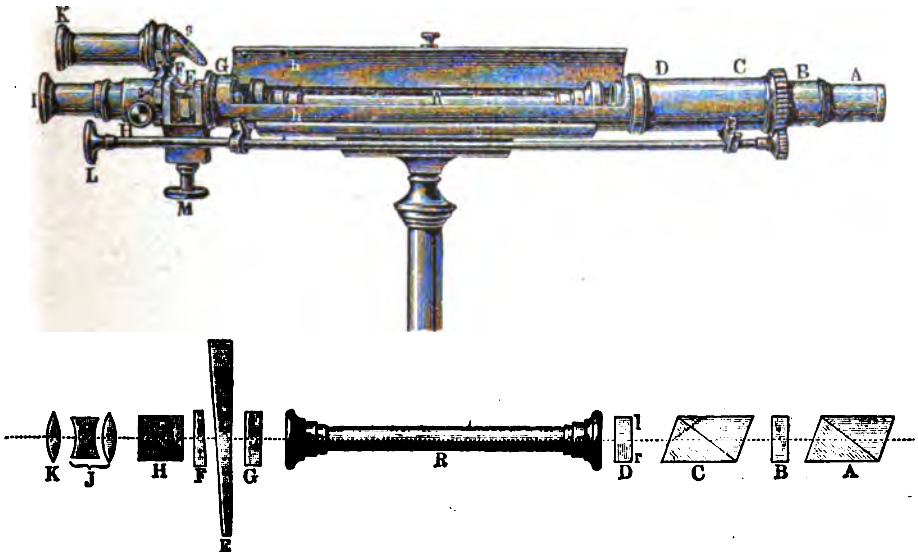
93 % zuivere suiker
5 „ nietsuiker
(100—98) = 2 „ water.

100 % ruwsuiker, waarvan de zuiverheids-factor = $\frac{93 \times 100}{98}$ = 94.89.

Scheibler [1]) heeft den saccharimeter van Soleil — Ventzke belangrijk verbeterd. Fig. 37 toont de inrichting, die thans aan den toestel van Soleil-Ventzke-Scheibler wordt gegeven, en geeft tevens gelegenheid op enkele andere punten nog het een en ander aan te duiden.

Behalve de eigenlijke boven reeds aangeduide optische deelen vindt men aan deze toestellen nabij de lamp een, regulateur genoemde, inrichting, die uit een Nicol-prisma A en een rechts en linksdraaiende kwartsplaat B bestaat. Deze heeft ten doel het gezichtsveld, dus de dubbelplaat D ook bij lamplicht, dat de verschillende stralen in een andere verhouding dan het witte daglicht bevat, of ook bij het onderzoek van zwartgekleurde vloeistoffen die hierboven genoemde gevoelige overgangskleur te geven, waarbij het geringste kleurverschil der beide

Fig. 37.



helften nog kan worden waargenomen. De draaiende werking van B kan daarom niet storend op de gelijke kleur der dubbelplaat D werken, omdat het daartusschen liggend Nicol C de doorgaande stralen weer in een en hetzelfde vlak vereenigt. Door de stang L kan elke waarnemer

gemakkelijk de voor zijn oog gevoeligste overgangskleur instellen. C stelt hier het polariseerende Nicol, D de dubbelplaat (fig. 32), G, E en F den draaiingscompensateur, welks wig E met de schaal door den knop M wordt bewogen, terwijl F den nonius draagt. H is het analyseerende prisma, dat door een schroef H in zijne oorspronkelijke stelling kan worden hersteld, indien het door een of ander toeval verschoven mocht zijn.

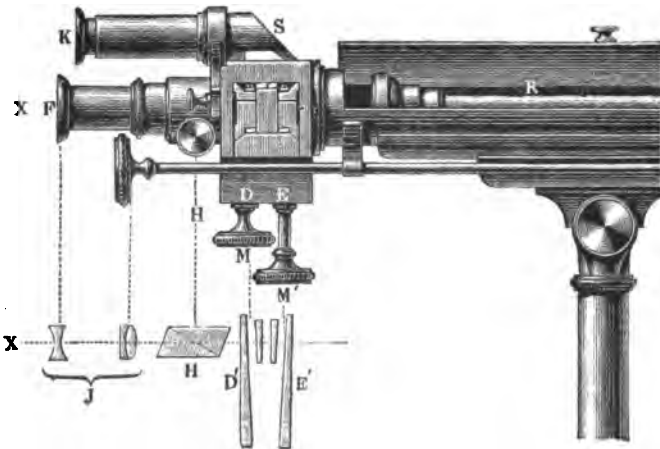
K stelt een lens voor, die dient als vergrootglas voor de door den spiegel S gereflecteerde schaal; T is het vroeger besproken verrekijkertje voor de goede waarneming van het gezichtsveld.

Bij R, zichtbaar door het opgeslagen deksel, ligt de waarnemingsbuis.

Hoewel men zich op de wijze, als op blz. 66 en 67 is aangetoond, kan overtuigen dat het het 0 en 100 punt der schaal nauwkeurig is, bestaat de mogelijkheid, dat de tusschen deze punten liggende deelen der schaal onjuist zijn.

Om nu elk deel der schaal te kunnen constateeren, hebben de werktuigkundigen Schmidt en Haensch te Berlijn, de toestellen van een zeer vernuftige inrichting voorzien, n.l. een tweede wigcompensatie. Zij brengen in plaats der kwartsplaat G van den draaiings-compensator (Fig. 37 bl. 77) een tweede paar kwartswiggen aan, van nauwkeurig dezelfde verhoudingen, doch met omgekeerde draaiingen als de eerste. Ook van dit tweede wigpaar is de eene wig onveranderlijk vast en kort, de andere langer en beweegbaar. Elk wigpaar heeft zijn eigen schaal en nonius, en tweestel schroeven bewerken de verschuiving der wiggen, onafhankelijk van elkander.

Fig. 38.



Alle overige inrichtingen zijn hetzelfde gebleven. In fig. 38 ziet men deze dubbele wigcompensatie. J zijn de beide optische deelen van den verrekijker, H is het analiseerende Nicol, D' het eerste en E' het tweede

wigpaar; M en M′ zijn de stelschroeven voor iedere schaal. De overige deelen behoeven geen beschrijving.

De schaal der voorste wiggen (werkwig) draagt een zwarte, die der tweede (contrôlewig) een roode verdeeling; door den verrekijker gezien, schijnen beide schalen boven elkander te staan. Natuurlijk ontstaat kleurgelijkheid, zoodra de totale dikte van het eene wigpaar met die van het andere gelijk is, en moet, wanneer de wiggen goed gemaakt zijn, bij gelijke verschuiving der wiggen de schaalverdeeling overal gelijk zijn. Men onderzoekt het instrument, door de zwarte of werkwig 10, 20, 30, 40 deelstrepen te verschuiven en nu met de roode of contrôle-wig te trachten kleurgelijkheid in te stellen. Bij het aflezen moeten beide op gelijke deelstrepen staan. Staan beide schalen op 0 en is, na inlegging van eene buis met suikeroplossing, eene instelling met de zwarte wig op + 90 noodig om kleurgelijkheid te hebben, dan moet, in het geval toestel en aflezing juist waren, na verwijdering der suikeroplossing weer kleurgelijkheid ontstaan, wanneer de nonius der roode schaal eene verschuiving tot 90 aanwijst.

Fig. 39.



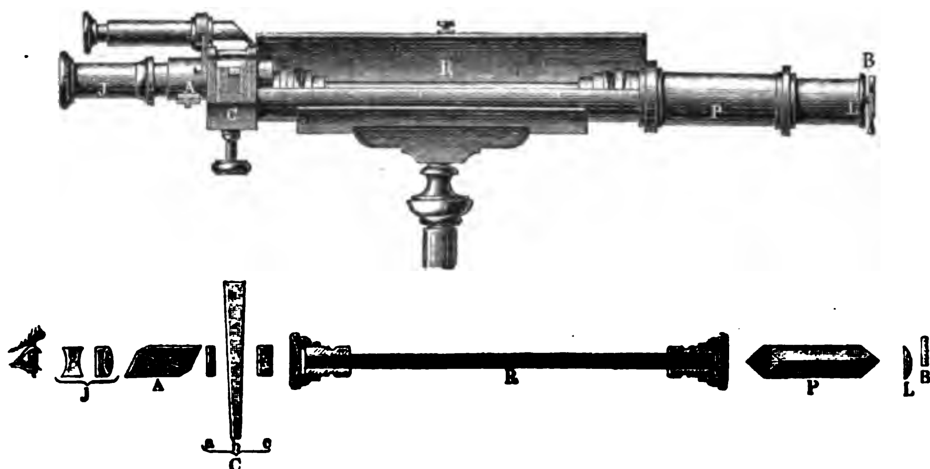
Als lichtbron gebruikt men de doelmatige petroleum- of gaslampen, die door Schmidt en Haensch in den handel gebracht worden en waarvan de nevensstaande fig. 39 eene voorstelling geeft. De vlam is omgeven door een pijpaarden cylinder, met een zijdelingschen tubus, waarin een verzamellens de lichtstralen in het toestel concentreert. Hierbij kan men zonder bezwaar de opening van het instrument vlak voor de lens plaatsen, zoodat volstrekt geen zijdelingsch licht in het toestel valt.

Het toestel Soleil-Ventzke is als kleur-toestel hoofdzakelijk voor weinig gekleurde oplossingen ingericht en wordt door geen ander overtroffen. Sterk gekleurde oplossingen echter zijn er moeilijk nauwkeurig mee te polariseeren. Ook voor kleurblinden is het niet geschikt. Daarvoor dient het volgende toestel.

3. HALFSCHADUWTOESTEL MET WIGCOMPENSATIE EN SCHAAL VOLGENS VENTZKE.

Bij de zooeven besproken toestellen wordt op kleurgelijkheid ingesteld en kan het gezichtsveld naar de behoefte van den waarnemer of naar gelang der meerdere of mindere kleurloosheid der oplossing door een prisma worden gewijzigd.

Fig. 40.



De samenstelling der halfschaduwtoestellen heft deze kleurverschijnsels geheel op. De waarnemer ziet, bij het doorkijken van het toestel, het gezichtsveld door een verticale lijn in twee deelen gedeeld, waarvan bij enkele stellingen van het Nicol de eene helft donker, de andere zeer verlicht. Staat het toestel op 0 of instellingspunt dan ziet men het veld bijna zonder scheidingslinie gelijkmatig grijsgeel, als het ware met een schaduw overtrokken voor zich.

Men stelt dus deze toestellen op gelijke verduistering in.

De fig. 40 doet ons het instrument kennen.

Dicht bij de lichtbron is de convexe lens L aangebracht, die de lichtstralen naar het hoofdbestanddeel van het instrument, het halfschaduwprisma P richten. Dit, een dubbel Nicol, dient als polarisateur, en brengt door zijn eigenaardige samenstelling de verduistering van het gezichtsveld teweeg.

R is de waarnemingsbuis. Het voorste gedeelte is bijna geheel als de vroegere toestellen ingericht, de compensateur C, waarvan de hiermee gelijkdraaiende kwartswiggen *a* den vaststaanden nonius, *b* de verschuivende schaal draagt, dan volgt het analiseerende Nicol A en ten slotte de verrekijker J. Deze wordt zoo gesteld, dat men de verticale deelstreep duidelijk ziet.

Bij de instelling van het nulpunt, toont het toestel de boven beschreven verduistering van het gezichtsveld; legt men nu eene buis met een polariseerende vloeistof in het instrument, dan is het noodig om deze verduistering opnieuw waar te nemen de kwartswig *b* zooveel te verschuiven, totdat door de hierdoor verkregen verdikking van het wiggenpaar de optische werking van de tusschen gelegde vloeistof

wordt opgeheven. Zoodra de beide helften gelijk verduisterd zijn, leest men af.

Bij zeer helle oplossingen is de volkomen gelijke beschaduwing der beide helften onmogelijk, soms ontstaat eene kleuring, de eene schijnt zwak geel, de andere zwak blauw.

Deze storende verschijning ontstaat door het geringe verschil van de optische eigenschappen tusschen suiker en kwarts (van den compensateur C) doch wordt opgeheven door voor het oculair J een dun plaatje van dubbel-chroomzure-potasch aan te brengen, waardoor deze verschijning vervalt en men de helderste oplossingen goed kan instellen en aflezen.

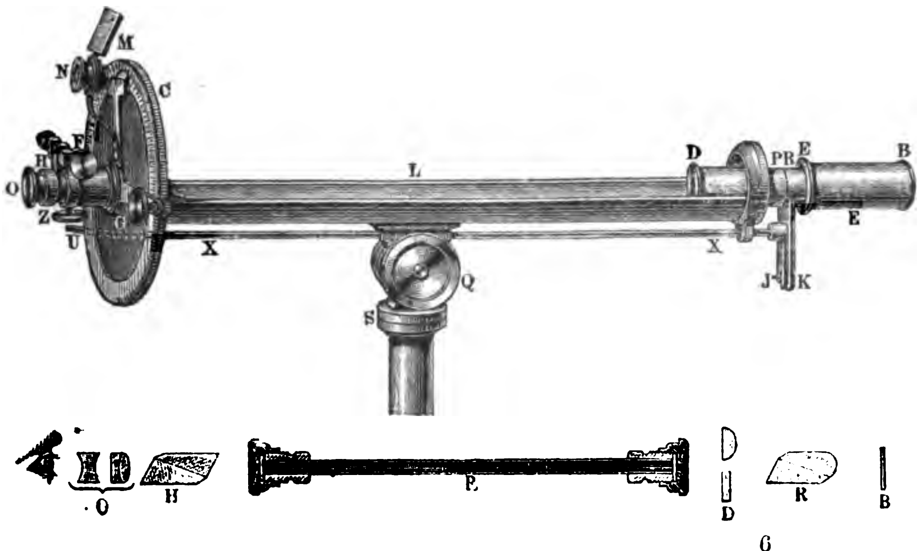
Van bijzondere waarde is dit instrument voor personen die het kleurenonderscheid moeielijk kunnen waarnemen; door kleurblinden kunnen betrekkelijk zeer donker gekleurde oplossingen er nog nauwkeurig mee worden gepolariseerd.

4. Het toestel van Laurent.

Dit instrument, meest in Frankrijk in gebruik en ook bij de administratie der Belastingen en Accijnsen alhier ingevoerd, is evenals het vorige een halfschaduw-toestel. Bij het doorzien, als het instrument op 0° staat, ziet men een veld, door een verticale lijn gescheiden, in een onbepaalden grijsachtig hellen toon.

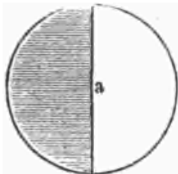
Bij deze toestellen moet men gebruik maken van op bijzondere wijze saamgestelde gaslampen, die door het verdampen van chloornatrium een homogeen geel licht ontwikkelen.

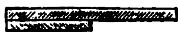
Fig. 41.



De samenstelling van het toestel blijkt uit fig. 41. De sodavlam treft allereerst bij B de verzamellens, wier straalbundel door een dunne laag dubbel chroomzure potasch gaat. Het bichromaat absorbeert de nog gekleurde stralen en laat alleen geel licht door. Deze inrichting kan men bij gele suiker of siroopoplossingen verwijderen. De straal valt nu door het polariseerend prisma R dat, door den arm K en een hefboominrichting U X J een weinig om zijn as kan worden gedraaid, waardoor men meer of minder licht in het gezichtsveld kan aanbrengen. Is de vloeistof die men polariseeren wil zeer helder, dan dempt men het sterke licht; bij donkere oplossingen daarentegen, kan men het licht versterken. Het nulpunt ondergaat door deze beweging van den polarisateur geene verandering.

Fig. 42.





Als hoofdbestanddeel van het toestel is bij D een rond diaphragma aangebracht, dat een glasplaat bevat, welker eene helft door een op bepaalde wijze geslepen kwartsplaat is bedekt. De loodrechte grenslijn *a* in fig. 42 deelt het gezichtsveld in twee gelijke halfcirkels.

L is de slede voor de waarnemingsbuis R, C de schijf met verdeeling, waarop met een nonius de suikerpercenten worden afgelezen. Bij H is het analyseerende Nicol geplaatst, dat door den knop C met een rondsel en een tandcirkel in een huls draaibaar is en te gelijk op de verdeelde schaal de maat der draaiing kenbaar maakt. O is de verrekijker, tot instelling van het gezichtsveld; N een vergrootglas om de aflezing duidelijker te maken; M een klein spiegeltje, dat de lichtstralen der lamp op de schaal werpt. F is een schroef, waarmee men het nulpunt reguleert.

De eigenaardigheid van dit toestel bestaat in den polarisateur, die om zijn as draaibaar is, en het vaste diaphragma met diens halve kwartsplaat.

De rechter onbedekte zijde van het diaphragna laat den gepolariseerden straal zonder afwijking doorgaan; de andere helft echter doet den lichtstraal door het kwartsplaatje afwijken.

Wordt na de juiste stelling van het O-punt, een stof die het polarisatievlak draait, in het instrument gelegd, dan wordt de gelijkheid der beide cirkelhelften opgeheven en de analysateur moet bij rechtsdraaiende stoffen naar rechts, en bij linksdraaiende naar links omgewenteld worden, tot weer eene gelijke schaduw het gezichtsveld bedekt. De grootte van deze hoek, waarom het Nicol wordt gedraaid, is overeenkomstig met het draaiingsvermogen der stof die men onderzoekt.

Wat de aflezing betreft, de verdeeling is zoo aangebracht, dat het punt „+ 100" gelijk is aan het draaiingsvermogen van een kwartsplaat van 1 mM. dikte, of zooals reeds vroeger blz. 67 is opgegeven, gelijk aan de draaiing van eene oplossing, die in 100 cM^3 vloeistof nauw-

keurig 16.35 g. zuivere suiker bevat, waargenomen in een buis van 200 mM. lengte. Laurent geeft echter voor zijn toestellen aan dat men slechts 16.20 gr. behoeft af te wegen.

Deze opgave is echter bepaald foutief, want in geen enkel instrument is het mogelijk met absoluut zuivere suiker, bij afweging van 16.20 gr. het 100 punt te bereiken. Gewoonlijk is dus de polarisatie waargenomen met dit toestel 0,4 °/₀ te laag.

5. Polarisatiemeter van Prof. Jellett.

Een toestel, dat nog al opzien verwekte, toen het bekend werd, is door Jellett aangegeven en door Spencer te Dublin vervaardigd. In dit instrument is de compensatie, die bij Soleil door kwartsplaten verkregen wordt, vervangen door terpentijnolie. Er zijn daartoe twee buizen, eene wijde, die met terpentijnolie gevuld is, en waarin eene nauwere buis, die de suikeroplossing bevat, verschuifbaar is.

Fransche terpentijnolie draait het polarisatievlak links, terwijl suiker rechts draait. Men schuift dus de buizen zoolang in elkander, tot de beide helften van het gezichtsveld volkomen gelijke kleur hebben.

De schaal geeft dus de lengte aan der terpentijn-kolom, waardoor de gepolariseerde lichtstraal gaat. Stelt L de lengte voor, dan verkrijgt men de concentratie der suikeroplossing door vergelijking met de lengte 1 eener bekende suikeroplossing S.

$$1 : L = S : X$$

$$X = \frac{L\ S}{1}$$

Stefan heeft echter de opmerking gemaakt, dat de terpentijn het polarisatievlak iets zwakker dan kwarts doet afwijken; ook betwijfelt men het constant blijven van het draaiingsvermogen der terpentijnolie.

A. Cornu [1]) verbeterde het polarisatietoestel van Jellett, zoodat het eene nauwkeurigheid van 2 à 3 minuten zou bezitten. Het bestaat uit een prisma van Nicol als analyseur en eenen eigenaardigen polarisateur; de laatste wordt vervaardigd door een prisma van Nicol in de lengte (overeenkomende met het vlak der kleinste diagonalen) door te snijden en weder aan elkander te hechten, nadat men de snijvlakte onder eenen hoek van 2°.5 toegescherpt heeft. Hierdoor krijgt men een dubbel Nicol, wier hoofdsneden eenen hoek van 5° met elkander vormen. Laat men nu monochromatisch licht door het toestel gaan en draait men daarbij den analyseur, dan verdwijnen beide helften niet te gelijk, maar er ontstaat eene middelstelling, waarbij de beide helften dezelfde klaarheid vertoonen. Deze stelling zou men met groote scherpte bij elke waarneming terug kunnen vinden. Het toestel

---

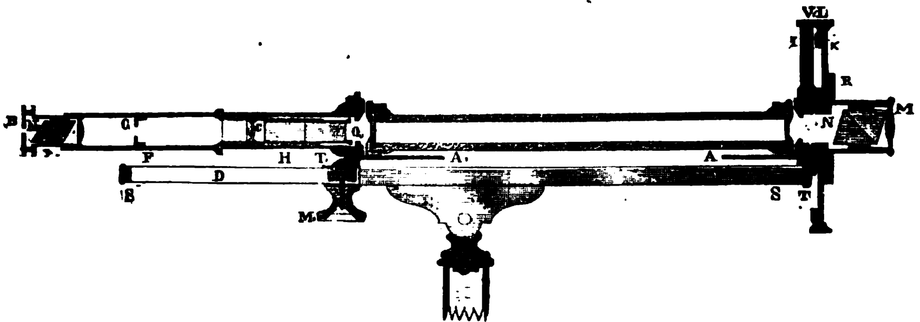
[1]) Bull. de la Soc. Chim. 2 XIV, 140.

wordt door Duboscq te Parijs vervaardigd. E. Maumené beschreef dit toestel als zeer uitmuntend (zie daarover Journal des Fabricants de Sucre nº. 16. 1872.)

6. Polaristrobometer van Prof. H. Wildt.

In 1864 deelde Prof. Wildt in de Vereeniging van Natuurkundigen te Bern eenige bijzonderheden mee over eenen nieuwen saccharimeter, waarvan wij hier de beschrijving laten volgen.

Fig. 43.



In fig. 43, de doorsnede van het instrument voorstellende, zien wij eene staaf S S, aan wier einde het draagstuk T met den index I geschroefd is. In eene cylindervormige boring van de laatste is de buis R beweegbaar, met de aan haar bevestigde schijf K, waarvan de trommel L de dubbele schaalverdeeling draagt.

In de buis R is de tweede buis M draaibaar, waarin het prisma van Nicol N bevestigd en van buiten met eene biconvexe lens van 50—55 mM. brandpunt voorzien is.

De opening der lens bedraagt 12 mM. en het prisma van Nicol is juist zoo groot, dat het een' cylindervormigen straalbundel van die middellijn vrijen doorgang verleent. Aan het andere einde der stang S is een tweede drager T' aangebracht.

Aan den tweeden drager T' is het hoofdbestanddeel van het instrument, de polariscoop, bevestigd. Hij is samengesteld uit een' zwak vergrootenden verrekijker F (objectief van 56 mM. oculair van 33 mM. brandpunt, beide enkelvoudige lenzen) en heeft in het brandpunt van het objectief een diaphragma G met een draadkruis. Het oculair is ingericht om voor verschillende oogen ingesteld te kunnen worden.

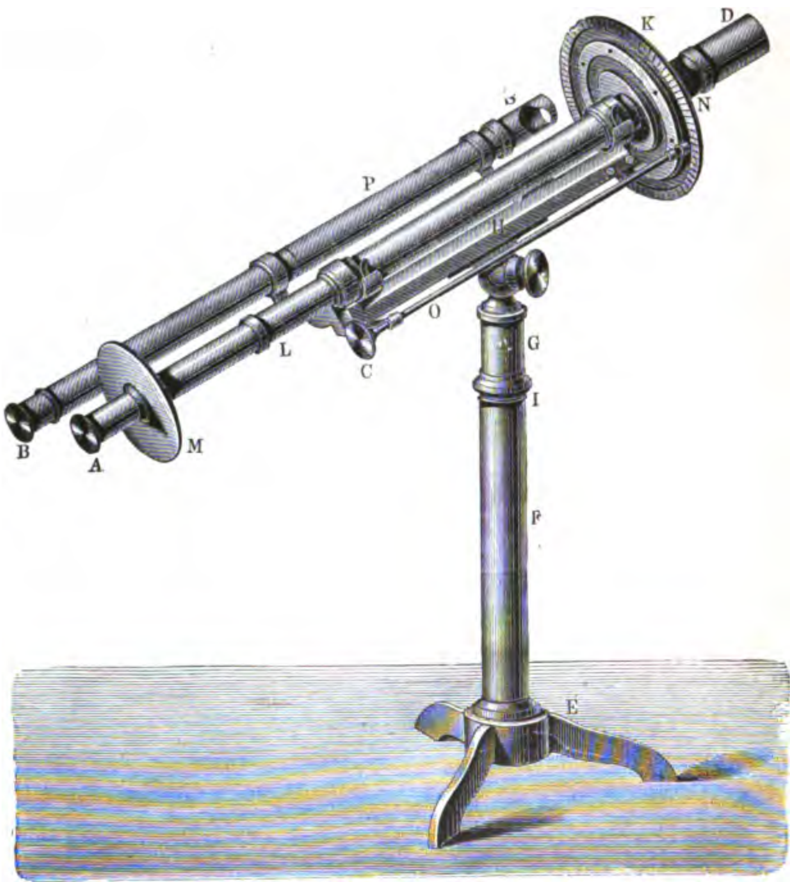
In het uittrekbuisje is vóór de oculair-lens het prisma van Nicol N' aangebracht en, evenals bij de gewone verrekijkers, vooraan een oogdop B met een eenigszins kleinere opening bevestigd. Voor het objectief

van den verrekijker bevindt zich een tweede buis C, waarin de dubbel-kwarts-plaat Q van voren ingeschoven wordt. Deze dubbel-kwarts-plaat wordt gevormd door 2, elk 20 mM. hooge, achthoekige zuilen uit bergkristal, welke beide onder 45' tot de optische as gesneden en daarna zóó samengehecht zijn, dat hare hoofdsneden precies loodrecht op elkander staan. Zij is in een koperen rand ingesmolten, doch kan door dien rand in het inschuif buisje C gedraaid worden. De geheele polariscoop eindelijk is met behulp van dit inschuif buisje D in den aan den drager T' zittenden ring H ingeschoven en wordt aldaar door eene voeringstift, die in eene snede der laatste precies past, in onbewegelijke stelling gehouden.

Het instrument, zooals het thans door de bekwame werktuigkundigen Hermann en Pfister in Bern met de nieuwste verbeteringen wordt vervaardigd, is in fig. 44 voorgesteld.

Het bestaat uit eene op een' ijzeren drievoet E rustende koperen buis F, waarin eene tweede buis G door middel der conische schroef I hooger en lager gesteld kan worden. De buis G draagt aan haar boveneinde den support H, dien men om eene horizontale en met eenige wrijving om eene verticale as kan bewegen. Aan het eene einde daarvan is namelijk de buis met den Polariscoop A en aan het andere einde de schijf met schaalverdeeling bevestigd. Een scherm M, tot afwering van zijdelingsche lichtstralen, is vóór bij het oculair aangebracht. In eene aan de schijf K bevestigde buis N is het polariseerende prisma van Nicol in eene bijzondere buis ingeschoven, die door twee zijwaarts aangebrachte schroeven onbewegelijk met de schijf K verbonden is. De buis D is aangebracht om het instrument dicht voor de vlam te plaatsen en om zijdelingsch licht uit het toestel te weren. Zij bezit een diaphragma met 10 mM. opening. De verdeelde schijf wordt met het Nicol en de buis D door een tandrad en een hierin grijpend rondsel om haar as gedraaid, die aan het einde van de door den support H gedragen stang O door den waarnemer met den knop C bewogen wordt. De nonius tot aflezing der verdeelde schijf is aan den drager der laatste links bevestigd en heeft slechts een enkele streep. Om de fijne verdeeling goed te kunnen aflezen, is de verrekijker P, waarvan het oculair B naast het oculair A ligt, aan de linkerzijde van het instrument aangebracht. De verlichting der schaalverdeeling geschiedt door den metaalspiegel S, die een' hoek van 45' met de schaal maakt. De lichtbron is eene zijdelings geplaatste gasvlam of eene kaars. De schaalverdeeling op een' verzilverden rand loopt aan de eene zijde van 0—100 graden en is in $^{1}/_{5}{}^{\circ}$ verdeeld, zoodat men $^{1}/_{10}$ graad nog gemakkelijk aflezen en bij eenige oefening $^{1}/_{50}$ kan taxeeren. Aan de tegenovergestelde zijde der schijf is eene andere verdeeling, die van O als middelpunt naar beide zijden tot 300 gaat, en waarvan elke

Fig. 44.



deelstreep 1 g. rietsuiker in 1 liter oplossing aangeeft, wanneer de waarnemingsbuis eene lengte van 200 mM. heeft; $^1/_2$ g. kan men direct aflezen, $^1/_{10}$ g. taxeeren.

Tusschen den polariscoop en de verdeelde schijf worden de waarnemingsbuizen op een bijzonderen drager gelegd. Drie van deze waarnemingsbuizen worden bij het instrument afgeleverd; eene ter lengte van 220 mM., eene van 200 mM. en eene voor donkere oplossingen van 100 mM. De beide laatste zijn door verlengstukken 220 mM. lang en sluiten dus het zijdelingsche licht volkomen af. De buizen zijn van glas met een sterke koperen huls voorzien. Het vullen en sluiten geschiedt op gelijke wijze als bij de vroeger beschreven instrumenten. Bij het aanschroeven echter der dekplaatjes moet men er altijd aan denken, de schroef niet vast aan te halen, daar hierdoor het glazen

dekplaatje meer of minder samengeperst wordt. Geperst glas veroorzaakt eene polarisatie, die storend voor de waarneming is, omdat de horizontale strepen in het gezichtsveld van den polaristrobometer dan niet verdwijnen.

De boven vermelde gramverdeeling is gebaseerd op het gebruik van enkelkleurig (homogeen) licht en wel het gele licht der lijn D van het zonnespectrum.

Bij elk instrument wordt eene lamp gevoegd, (gas of alcohol), waardoor men op eenvoudige wijze dit homogeen gele licht voortbrengt.

De gasbrander levert oorspronkelijk de gewone roestvrije, niet lichtende vlam, die de lampen van Bunsen veroorzaken. Op een' zijdelingschen aangebrachten arm is een koper radje beweegbaar, aan welks stijlen kleine glasbuisjes met ingesmolten platinadraad bevestigd worden. De uiteinden der platinadraadjes houden in een oogvorm sodaparels vast. Nu kan de waarnemer een dezer sodaparels in den buitensten rand der gasvlam brengen, waardoor dadelijk eene levendige, homogeen gele kleur ontstaat. Op den arm, die de sodaparels draagt, kan men ook een' kleinen schoorsteen van ijzer zetten, waardoor de vlam rustig zonder flikkeren brandt. In den schoorsteen is eene ronde opening, waardoor het gele licht in de as van het instrument valt, en het gezichtsveld volkomen gelijkmatig verlicht wordt.

Waar men geen gas heeft, kan eene spirituslamp gebruikt worden, waarvan de inrichting met de gaslamp overeenkomt.

Het gas is echter verkieslijker, daar het door zijne drukking veel regelmatiger en rustiger brandt.

De parels kan men van koolzure-soda-poeder of keukenzout vervaardigen. Keukenzout geeft wel een heldere vlam, maar duurt zeer kort, zoodat men elk oogenblik nieuwe parels moet inschuiven. De platina-oogen worden tusschen de lippen een weinig vochtig gemaakt, in het soda-poeder gedompeld, waardoor de soda aanhecht, en nu in het smeltpunt der gasvlam gehouden; is de parel niet groot genoeg bij de eerste smelting, dan herhaalt men deze bewerking zoolang, tot het oog des draads volkomen gevuld is met de gesmolten soda.

Wil men goed overeenstemmende resultaten opmaken en te gelijk het oog weinig vermoeien, dan plaatst men den polaristrobometer in een volkomen donker vertrek om zorgvuldig elk storend licht te vermijden. Het licht der zijwaarts geplaatste vlam ter aflezing der schaal moet door een scherm voor het oog van den waarnemer bedekt zijn. De waarneming moet niet eer geschieden, voor men eene volkomen heldere sodavlam heeft en alles zoo gesteld is, dat men op eene gemakkelijke wijze door het instrument kan zien. Men plaatst zich gemakkelijk en wel zóó, dat beide ellebogen op de tafel rusten. Met de rechterhand beweegt men den knop C en met de linker steunt men het hoofd; daarbij kan de middelvinger het linkeroog toehouden.

Brengt men nu door het draaien van den knop C de gramverdeeling

300 in het gezichtsveld van den verrekijker, dan ziet men door het instrument een hel verlicht veld met horizontale strepen doortrokken en te gelijk een draad-kruis, zooals fig. 45 aangeeft. Mocht het gezichtsveld niet scherp uitkomen, dan moet men door verschuiving van het oculair A de scherpste stelling van het franje-systeem en het draadkruis trachten te verkrijgen.



Fig. 45.

Draait men nu den knop C links terug dan zullen de horizontale strepen langzamerhand bleeker worden, om ten laatste geheel te verdwijnen. Zoodra de strepen uit het gezichtsveld verdwenen zijn, houdt men op te draaien, zie fig. 46. Men lette er bij het gebruik op, dat juist dit eerste moment, waarbij het gezichtsveld zonder strepen gezien wordt, het juiste is en dat men zich niet moet storen aan den korten tijd, dat de strepen onzichtbaar blijven.

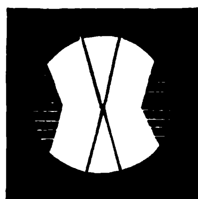


Fig. 46.

Voor dit instrument is deze stelling het uitgangs- of nulpunt, evenals bij den saccharimeter van S o l e i l de gelijkheid der beide halfronde kwartsplaatjes. Is de polaristrobometer nauwkeurig gesteld, dan zal de nonius bij de voorgaande beschrevene stelling nul aanwijzen. Is dit niet het geval, dan moet men voor de oudere instrumenten eene correctie aanbrengen; voor de nieuwste instrumenten is boven L eene stelschroef aangebracht, die den polariscoop in de buis L micrometrisch doet draaien, waardoor de volkomen nulpunt-instelling kan bereikt worden.

Indien men zich van de juistheid van het instrument en de gramverdeeling wil overtuigen, maakt men oplossingen van volkomen zuivere suiker, b. v. men weegt 10, 20 en 30 g. zuivere suiker af en lost die in zuiver water op tot een volume van 100 cM³. De verdeeling in grammen op de schaal beteekent grammen in een liter. De aflezing moet dus bij een goed gesteld instrument overeenkomen met 100, 200 en 300 g.

Het is duidelijk, dat men met de eerste waarneming direct gewichtspercenten en met de derde $^1/_3$ gewichts-percenten afleest; daar nu de ruimte tusschen twee deelstrepen het aflezen van $^1/_2$ verdeelingen toelaat en met eenige oefening $^1/_{10}$ kan getaxeerd worden, zoo is de nauwkeurigheid van den polaristrobometer eene veel grootere dan bij elk ander instrument. Onderscheidene waarnemers zullen met dit instrument veel kleinere verschillen in de aflezing verkrijgen, dan bij die instrumenten, welke op de gelijkheid der beide halfronde kwartsplaten berusten. Ook is het zien tegen de homogeen gele vlam veel minder afmattend voor het oog dan het waarnemen van kleurverschillen.

Bevat eene suikeroplossing invertsuiker, zie blz. 70, dan kan men

ook hier de inversie der suikeroplossing toepassen. Draait men bij eene rechtsdraaiende oplossing den knop C in de richting, die de uurwijzer volgt, bij de geïnverteerde oplossing moet men hem tegen die richting in draaien.

Neemt men aan, dat de eerste of directe aflezing in de 200 mM. lange buis 183,2 geweest is en die der geïnverteerde vloeistof in de 220 mM. lange buis bij eene temperatuur van 17° C. 51,3 heeft bedragen, dan is het werkelijk suikergehalte, uitgedrukt in grammen, volgens tabel VII als volgt:

TABEL VII.

Tempr. ° Celsius.	SOM DER AFLEZINGEN.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.719	1.438	2.157	2.876	3.595	4.314	5.033	5.572	6.471
11	0.722	1.444	2.166	2.888	3.614	4.332	5.054	5.776	6.502
12	0.725	1.449	2.175	2.898	3.624	4.350	5.073	5.796	6.522
13	0.727	1.454	2.181	2.908	3.635	4.362	5.089	5.816	6.543
14	0.730	1.460	2.190	2.920	3.650	4.380	5.110	5.840	6.570
15	0.733	1.465	2.199	2.930	3.664	4.398	5.129	5.860	6.594
16	0.735	1.470	2.205	2.940	3.675	4.410	5.145	5.880	6.615
17	0.738	1.475	2.214	2.950	3.689	4.428	5.164	5.900	6.639
18	0.740	1.480	2.220	2.960	3.700	4.440	5.180	5.920	6.660
19	0.743	1.486	2.229	2.972	3.715	4.458	5.201	5.944	6.687
20	0.746	1.492	2.238	2.984	3.730	4.476	5.222	5.968	6.714
21	0.749	1.498	2.247	2.996	3.745	4.494	5.243	5.992	6.741
22	0.752	1.504	2.256	3.008	3.760	4.512	5.264	6.016	6.768
23	0.755	1.509	2.265	3.018	3.774	4.530	5.283	6.036	6.792
24	0.757	1.514	2.271	3.028	3.785	4.542	5.299	6.056	6.813
25	0.760	1.520	2.280	3.040	3.800	4.560	5.320	6.080	6.840

1ste aflezing 183.2
2de 〃 51.3
Totaal 234.5

Voor 200 of 100 × 2. . . . 147.5
〃 30 〃 10 × 3. . . . 22.14
〃 4 . . . . 2.95
〃 0.5 〃 1/10 × 5. . . 0.37
172.96 gram in een liter oplossing.

Heeft men 20 g. afgewogen en in 100 cM³ opgelost, dan deelt men bovenstaande getallen door 2 en vindt voor de eerste aflezing

$$\frac{183.2}{2} = 91.6\%$$

en voor de tweede aflezing

$$\frac{172.96}{2} = 86.48\%.$$

Hieruit zou men kunnen afleiden, dat in de onderzochte suiker rechtsdraaiende glucose aanwezig was, omdat door de behandeling met zoutzuur alleen de kristalliseerbare rietsuiker in invertsuiker wordt omgezet. Het verschil in de beide aflezingen als het gehalte aan glucose aan te nemen, is zeer onjuist, zooals wij later zullen aantoonen.

Het eigenlijk gebruik van den polaristrobometer als zoodanig is een hoofdverdienste van dit instrument. Men is toch daardoor in staat den polarisatie-hoek van verschillende stoffen te bepalen en uit haar meerder of minder draaiingsvermogen hare waarde te bepalen. De verschillende stoffen, die hiervoor in aanmerking komen, vindt men in het uitmuntend werk van Prof. Dr. H. Landolt: „Das optische Drehungsvermögen".

Om den draaiingshoek van stoffen te meten, gebruikt men de graadverdeeling. Is de concentratie dier stoffen niet sterk of haar draaiingsvermogen zoo zwak, dat men geen grooteren hoek dan van 10° bereikt, dan kan men van gewoon licht, van eenen Argandschen brander, een verlicht wit scherm of ook wel van eene hel verlichte wolk gebruik maken. In deze gevallen moet men den koker D (fig. 44) op het instrument zetten.

Wil men als contrôle op de gram-aflezing uit den draaiingshoek de grammen suiker in een liter oplossing bepalen, dan kan men van de volgende tabellen gebruik maken, die tevens aangeven de hoeveelheid pissuiker in de urine van lijders aan Diabetes mellitus.

a. Gebruik als Saccharimeter in wit licht.

Heeft men bij verlichting met wit lamp- of daglicht voor eene in de waarnemingsbuis van L millim. lengte gevulde rietsuikeroplossing eene draaiing van a graden waargenomen, dan is de concentratie C der suikeroplossing, d. i. het aantal grammen suiker, die een liter der oplossing bevat, te berekenen volgens de formule.

$$C = 1408 \frac{a}{L}.$$

Voor het gemak vindt men in de volgende tabel VIII, de waarde van C voor de beide buizen, namelijk voor L = 100 en 200 mM. en in geheele graden de waarde van a van 1—10° direct aangegeven. Men is

bij 10' gebleven, omdat deze draaiingshoek in wit licht niet overschreden mag worden. De volgende voorbeelden doen zien, hoe men de berekening van C kan verkorten, wanneer de hoek geen geheel getal is. Daarbij is op den voorgrond gesteld, dat men de afgelezen $^1/_{60}$ graad door vermenigvuldiging met 2 reeds in $^1/_{100}$ graad veranderd heeft. Men heeft waargenomen:

a = 4.8° voor L = 100 millim.
dan geeft de tabel als C voor 4° : 56.32 g.
en als $^1/_{10}$ van C voor 8° ; 11.26 „

alzoo voor C = ... 67.78. g.

Verder heeft men waargenomen:

a = 4.73° voor L = 200 millim.
dan heeft men als C voor 4' = 28.16 g.
$^1/_{10}$ „ „ 7' = 4.93 „
$^1/_{100}$ „ „ 3' = 0.21 „
alzoo C = 33.3 g.

Tabel VIII.

Lengte L.	100mm	200mm
Draaiingshoek.	Concentratie der Oplossingen.	
1°	14.08gr.	7.04gr.
2	28.16	14.08
3	42.24	21.12
4	56.32	28.16
5	70.40	35.20
6	84.48	42.24
7	98.56	49.28
8	112.64	56.32
9	126.72	63.36
10	140.80	70.40

b. Gebruik als Saccharimeter in het homogeen gele licht der sodavlam.

Gebruikt men ter bepaling van het suikergehalte van meer geconcentreerde oplossingen, welker draaiingshoeken meer dan 5° bedragen,

ter verlichting de met keukenzout gekleurde vlam, dan berekent men de concentratie der riet-suiker-oplossingen volgens de formule

$$C = 1505.6 \frac{a}{L},$$

waar a de gevonden hoek en L de lengte der waarnemingsbuis is. De volgende tabel XI, geeft weer de resultaten dezer berekening voor de beide buizen en voor de waarden van a van 1—50°. Het gebruik der tabel zal voor ongeoefenden uit de volgende voorbeelden duidelijk zijn.

Men heeft gevonden:

a = 21.5° voor L = 100mm
de tabel geeft als C voor 21° = 316.18 g.
als 1/10 〃 5° = 7.53 〃
dus voor C = 323.71 g.

d. w. z. 1 liter der oplossing bevat 323.71 gram suiker.

Men heeft voor:

a = 49,53° bij L = 200mm
gevonden, dan is C voor 49° = 368.88 g.
1/10 〃 5° = 3.76 〃
1/100 〃 3° = 0.23 〃
C = 372.87 g.

dus in 1 liter der oplossing 372.87 g. suiker.

Deze tabellen kunnen alleen dan gebruikt worden, wanneer de oplossing, behalve rietsuiker, geen andere stoffen bevat, die het polarisatievlak doen draaien.

TABEL IX.

Draaiingshoek.	100mm	200mm	Draaiingshoek.	100mm	200mm
1°	15.06	7.53	13°	195.73	97.86
2	30.11	15 06	14	210.78	105.39
3	45.17	22.59	15	225.84	112.92
4	60.22	30.11	16	240.90	120.45
5	75.28	37.64	17	255.95	127.98
6	90.34	45.17	18	271.01	135.51
7	105.39	52.69	19	286.07	143.03
8	120.45	60.22	20	301.12	150.56
9	135.51	67.75	21	316.18	158.09
10	150.56	75.28	22	331.23	165.62
11	165.62	82.81	23	346.29	173.15
12	180.68	90.34	24	361.34	180.68

Draaiings-hoek.	100mm	200mm	Draaiings-hoek.	100mm	200mm
25°	376.40	188.20	38°	572.13	286.07
26	391.46	195.73	39	587.19	293.59
27	406.51	203.26	40	602.24	301.12
28	421.56	210.78	41	617.30	308.65
29	436.62	218.31	42	632.35	316.18
30	451.68	225.84	43	647.41	323.71
31	466.74	233.37	44	662.46	331.23
32	481.80	240.90	45	677.52	338.78
33	496.85	248.42	46	692.57	346.29
34	511.90	255.95	47	707.63	353.81
35	525.96	263.48	48	722.68	361.34
36	542.02	271.01	49	737.74	368.88
37	557.08	278.54	50	752.80	376.40

c. Gebruik als Diabetometer.

a. in wit licht.

Men kan de concentratie der pis-suiker in van alle andere draaiende stoffen bevrijde urine berekenen uit den draaiingshoek *a* volgens de formule

$$C = 1855 \frac{a}{L},$$

wanneer in wit lamp- of daglicht wordt waargenomen. Tabel X. maakt de rekening onnoodig.

b. In homogeen licht.

Neemt men daarentegen de draaiing waar in het gele licht der keukenzoutvlam, dan moet het gehalte van de pis-suiker in Urine volgens de formule

$$C = 1984 \frac{a}{L}$$

berekend worden. De Tabel XI geeft de resultaten voor geheele graden in de normale buizen.

In beide gevallen vindt men, hoeveel gram pis-suiker in 1 liter urine bevat is.

Voorbeelden:

in wit licht:

$a = 2.6^{\circ}$ voor L = 100 mm
dan geven de tabellen
als C voor 2° = 37.10
" 1/10 " " 6° = 11.13
C = 48.23

alzoo in 1 liter urine een gewicht aan pis-suiker van 48.23 grammen.

in geel licht:

$a = 5.73^{\circ}$ voor L = 200mm
als C voor 5° = 49.60
" 1/10 " " 7° = 6.94
" 1/100 " " 3° = 0.30
C = 56.84

en hier in 1 liter een gewicht aan pis-suiker van 56.85 grammen.

TABEL X.

IN WIT LICHT.

Draaiingshoek.	100mm	200mm
1°	18.55gr	9.28
2	37.10	18.55
3	55.65	27.82
4	74.20	37.10
5	92.75	46.37
6	111.30	55.65
7	129.85	64.92
8	148.40	74.20
9	166.95	83.47
10	185.50	92.75

TABEL XI.

IN HOMOGEEN GEEL LICHT.

Draaiingshoek.	100mm	200mm
1°	19.84gr	9.92
2	39.58	19.84
3	59.52	29.76
4	79.36	39.68
5	99.20	49.60
6	119.04	59.52
7	138.88	69.44
8	158.72	79.36
9	178.56	89.28
10	198.40	99.20

7. De Waarnemingsbuizen en het Dekplaatje.

De lengte der gewone waarnemingsbuis is voor alle instrumenten 200 mM. Men gebruikt ook naast deze buizen, zulke van 100 mM. die als controle-buis bij zeer donkere oplossingen, waar de aflezing bij 200 mM. lengte te onzeker wordt dienst doen. De graden-aflezing wordt in die gevallen eenvoudig verdubbeld.

Daar echter elke waarnemingsfout bij halve buizen verdubbeld wordt, moet men zoo weinig mogelijk de halve buis gebruiken.

Bij zeer verdunde suiker-oplossingen, als afzoet water, laatste diffusie water, worden toestellen gebruikt, waarvan de slede buizen van 400 mM. en zelfs van 600 mM. lengte kan bergen; in die gevallen is de aflezing der normale gewichtshoeveelheid door 2 of 3 te deelen. Met de gewone toestellen helpt men zich door de 2, 3 of 4 voudige hoeveelheid af te wegen en de polarisatie-aflezing alsdan evenzoo door 2, 3 of 4 te deelen.

De buizen zijn van glas met vastgelijmde koperen schroefkoppen, of wel geheel uit koper. Wegens de breekbaarheid, zijn de laatste te verkiezen, doch kan men in metalen buizen geen zure oplossingen polariseeren. De sluiting met z.g. bajonetsluiting is boven de schroefsluiting te verkiezen, omdat men dan de storende werking van het geperste glas niet behoeft te vreezen.

Draait men toch den schroefkop wat vast op de montuur der buis, dan wordt het dekplaatje, gewoonlijk van spiegelglas vervaardigd, zoo samengeperst, dat hierdoor eene storende polarisatie wordt te weeggebracht.

Somtijds ontmoet men dekglazen, die ook zonder druk deze polarisatie vertoonen. Men moet dus de buizen met dekplaatje vooraf met op het O-punt gestelde schaal, in het toestel leggen en zien of hierdoor ook eene wijziging in het polarisatievlak ontstaat. Is dit het geval, dan verwijdere men deze dekplaatjes.

---

d. DIVERSE TOESTELLEN EN GEREEDSCHAP.

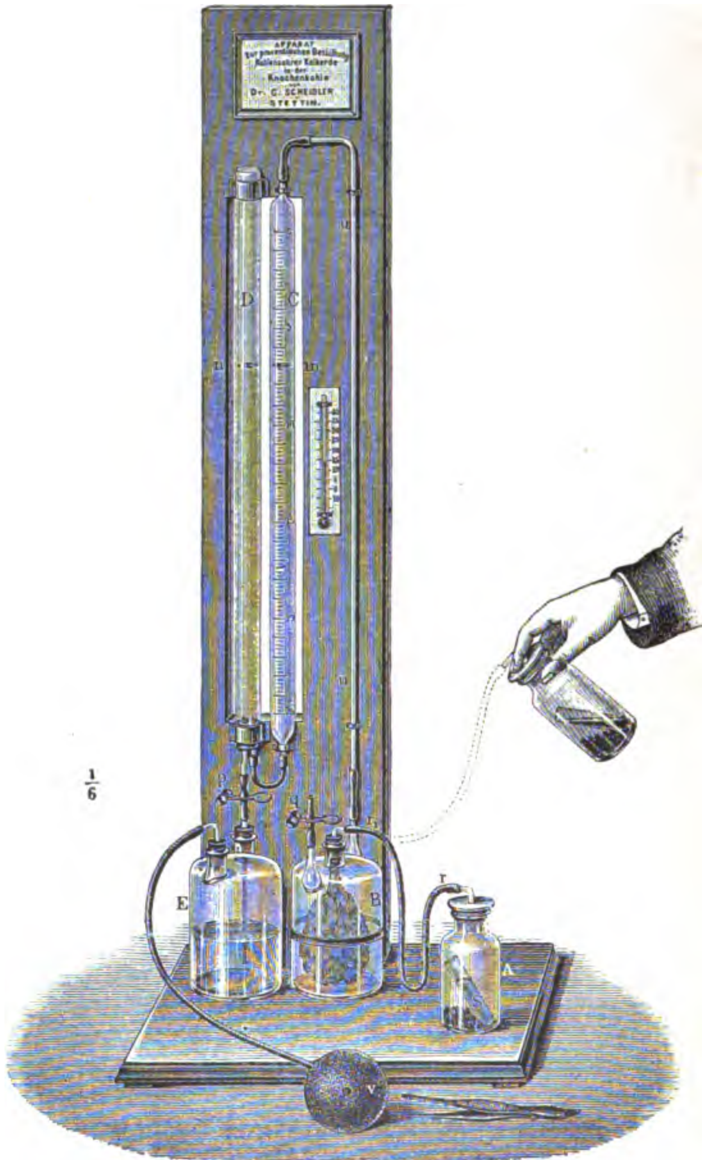
1. Toestel voor de bepaling van koolzuur en koolzure-kalk van Dr. Scheibler. [1]

Bij het filtreeren van kalkhoudende suikersappen, onttrekt goed beenzwart somtijds tot ruim 1 % kalk aan de vloeistof die de filters passeert. Deze kalk zet zich als koolzuur-calcium in en om de oppervlakte van

[1] Zie Scheibler, Anleitung (als Manuscript gedrukt), ook: Zeitschrift 1859, S. 285 en Zeitschrift 1861, S. 525.

den beenzwartkorrel af. Om het zwart opnieuw bruikbaar te maken

Fig. 47.



moet deze kalkverbinding zoo goed mogelijk weer verwijderd worden. Daartoe maakt men gebruik van verdund zoutzuur, waarvan de hoe-

veelheid moet beantwoorden aan het opgenomen koolzuur-calcium, — kortweg kalk genoemd — en deze oplost zonder de normale kalkverbindingen van het zwart aan te tasten.

Om nu deze hoeveelheden zuur te kunnen berekenen, moet men vooraf de hoeveelheden opgenomen kalk bepalen.

Van de talrijke voorslagen hiertoe is die van Scheibler de meest gebruikelijke en men gebruikt bijna in alle fabrieken het toestel voor de koolzure-kalkbepaling volgens Scheibler, waarvan fig. 47 een duidelijk beeld geeft. Het bestaat uit de volgende deelen:

Het koolzuur-ontwikkelingsfleschje A, waarin de omzetting der koolzure-kalkverbinding van het beenzwart of andere koolzure zouten door verdund zoutzuur bewerkt wordt; het laatste doet men daartoe in een gutta-perchabuisje S. De glazen stop der ontwikkelingsflesch heeft eene doorboring, waarin een glazen buisje luchtdicht bevestigd is, dat door eene gomlastieke buis r in verbinding staat met de flesch B, voorzien van drie halzen. De middelste hals draagt eene glazen buis I_1, die naar de *buitenzijde* met de gomlastieke buis der ontwikkelingsflesch in verbinding staat, naar de *binnenzijde* luchtdicht eene papierdunne gutta-perchablaas draagt. Op den eersten hals, die in een punt eindigt, is een gutta-perchabuisje geschoven, dat met een klemkraan q gesloten is en de buitenlucht met het inwendige der flesch in verbinding stelt. De laatste hals, die evenzoo in een punt eindigt, staat in verband met eene buis C, die in 25 deelen verdeeld is. Het ondereinde der verdeelde buis staat weer in verband met de controleerbuis voor de gasdrukking. De controleerbuis D is van boven open, terwijl het benedeneinde met eene tweemaal doorboorde kurk gesloten is, door welke de verdeelde buis en een afvloeibuisje, dat in een flesch E, met twee halzen uitloopt, heengaan. Dit laatste is het waterreservoir. Door eene klemkraan P tusschen de controleerbuis en de flesch E kan men den inhoud der beide buizen in het fleschje laten loopen, terwijl door den tweeden hals een buis loopt, waaraan een gutta-perchabal V bevestigd is. Drukt men de klemkraan open en op den bal, dan stijgt het water uit het waterreservoir eerst in de controleerbuis en van daaruit in de maatbuis.

Behalve dezen toestel heeft men nog noodig eene balans, een klein nauwkeurig stukje gewicht 1,7 gram, een thermometer, eene flesch zoutzuur en eenige horlogeglazen of porseleinen schaaltjes om af te wegen.

Al de eerstgenoemde deelen, die het instrument uitmaken, zijn op een houten plank bevestigd, ten einde het breken te voorkomen.

Men vult den toestel met water, dat door eenige druppels zoutzuur aangezuurd is, door de controleerbuis, waarbij men de klemkraan geopend houdt, tot het water-reservoir geheel gevuld is. Het aanvullen met water geschiedt slechts eenmaal, omdat de vloeistof voortdurend in den toestel blijft.

Wil men de beide buizen met water vullen, dan neemt men de glazen

stop van de ontwikkelingsflesch A af, opent de klemkraan onder de controleerbuis en drukt den gutta-perchabal zoo lang, tot de buizen even vol zijn. Men moet zorg dragen, dat het water niet ver boven het nulpunt der maatbuis stijgt en dus niet zoo hoog staat, dat het in de flesch met drie halzen komt, waardoor men den toestel uit elkander zou moeten nemen. Men kan nu gemakkelijk de waterniveau's gelijk maken in de beide buizen, door zachtjes op de klemkraan *p* te drukken.

Terwijl het water in de maatbuis stijgt, drukt de buitenlucht op de caoutchouc-blaas. Mocht deze niet genoeg samengedrukt zijn, dan blaast men voorzichtig door den eersten hals der flesch, waarin de blaas bevestigd is.

Het kan echter ook gebeuren, dat bij het vullen der maatbuis de blaas reeds geheel samengedrukt is; er ontstaat dan spanning en het water stijgt niet meer in de maatbuis naar boven. Door het openen der klemkraan q, die op de drie-halzige flesch zit, kan men de lucht laten ontsnappen en de buis aanvullen.

Men moet den toestel zoodanig plaatsen, dat hij noch door directe zonnestralen, noch door eenige stralende warmte eener nabijzijnde kachel kan getroffen worden, zoodat *geen plotselinge temperatuur-veranderingen gedurende het onderzoek* de resultaten veranderen kunnen. Het best plaatst men den toestel voor een venster, dat op het noorden ligt, zoodat men gemakkelijk den waterstand *n*, *m* in de beide buizen kan aflezen. Het oog brengt men op gelijke hoogte met den waterstand der maatbuis, en ziet, met welke deelstreep de onderste punt der naar binnen gebogen watervlakte samenvalt.

Voor de ontwikkeling van het koolzuur gebruikt men zuiver zoutzuur, dat bij 17° C. 1,12 tot spec. gewicht heeft. Daar echter kleine afwijkingen in dat spec. gewicht zonder merkbaren invloed zijn, kan men het zuivere zuur voor $^1/_2$ van zijn volume met water verdunnen, waardoor ongeveer het gewenschte spec. gewicht wordt verkregen: 2 deelen zuur, 1 deel water.

2. Toestel voor de quantitatieve bepaling van het koolzuur in de satureergassen van Dr. Scheibler [1]).

De afscheiding der kalk uit de suikersappen geschiedt algemeen door koolzuur-gas, dat door de kalkhoudende vloeistof geleid wordt, om de opgeloste kalk in onoplosbare koolzure-kalk om te zetten. Hoe eenvoudig deze handelwijze ook schijne, ware het toch te wenschen, dat de fabrikanten eenige meerdere opmerkzaamheid daaraan schonken dan gewoonlijk geschiedt. Want het komt dikwijls voor, dat saturatie of carbonatatie met een gas geschiedt, dat met betrekking tot zijne samenstelling bijna niet van de gewone dampkringslucht te onderscheiden is

[1]) Zie zijne Anleitung (als Manuscript gedrukt) en Zeitschrift Bd. XVI, S. 644.

of slechts zeer weinig koolzuur-gas bevat, waardoor dikwijls de carbonatatie onnoodig verlengd wordt en daardoor op het suikersap nadeelig werkt. Soms ook krijgt men suikersappen, die niet goed gecarbonateerd en daardoor niet tot koking te brengen zijn.

Daar nu, bij eene zoo eenvoudige bewerking als de carbonatatie, de meeste gebreken veroorzaakt worden door den slechten toestand van het koolzuur-gas, zoo ware het van belang, eenvoudige middelen op te sporen, waardoor de fabrikant elk oogenblik de waarde van het koolzuurgas snel kon bepalen. Scheibler nu heeft een toestel samengesteld, dat op een reeds lang bekend beginsel berust, in den vorm echter nieuw en eigenaardig is.

Het feit, dat een gasmengsel, waarin koolzuur bevat is, door potaschloog van het koolzuur kan bevrijd worden, zoodat men door meting der gasvolumina, voor en na de opslorping van het koolzuur, de hoeveelheid van het laatste door het verschil vindt, ligt aan dit instrument ten grondslag.

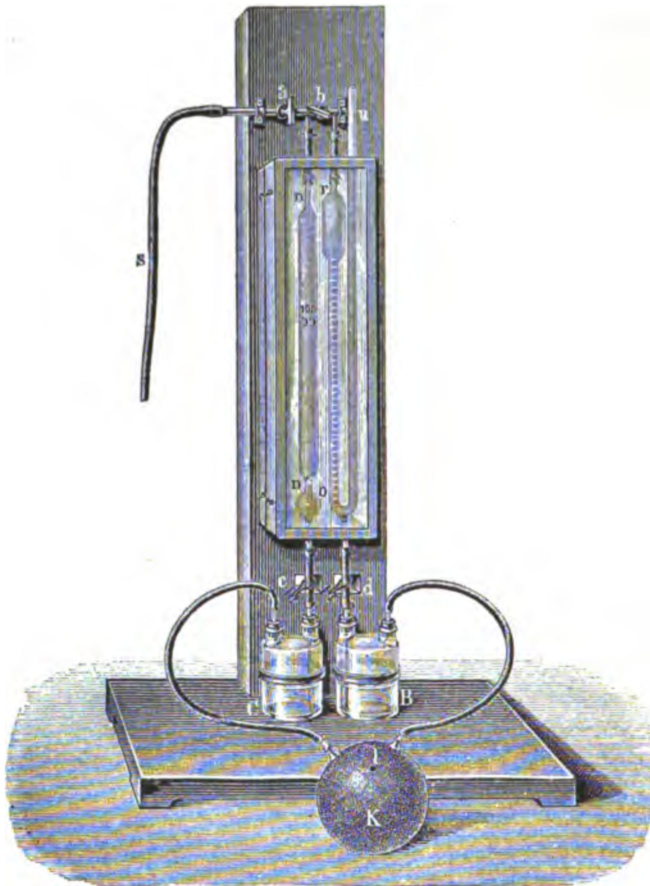
De toestel heeft dit bij andere naar hetzelfde beginsel vervaardigde toestellen voor, dat de meting van het eerste volume gasmengsel en van het geabsorbeerde niet in een en dezelfde meetbuis geschiedt, maar in twee verschillende, afgescheiden buizen, wat schijnbaar eenen gecompliceerden toestel noodig maakt, maar tevens bepaalde voordeelen en vereenvoudigingen met zich voert.

Deze voordeelen bestaan hierin:

1. De toestel geeft het koolzuurgehalte in volume percenten dadelijk zonder eenige correctie tot op 0,4 percent nauwkeurig aan.
2. Elke onderzoeking vordert slechts geringe oefening en hoogstens 5 minuten tijd, en kan door elken bekwamen werkman uitgevoerd worden.
3. De afzonderlijke deelen van den toestel behoeven niet uit elkander genomen te worden, zooals dit zorgvuldig bij de andere toestellen gebeuren moet; de handen van hem, die onderzoekt, komen daardoor *niet* met potaschloog in aanraking.

Op een houten gestel fig. 48 staan, stevig bevestigd, twee flesschen, elk met twee halzen; de eerste flesch staat door den eenen hals in verbinding met een buis, die als vulpipet dient en tusschen twee merken juist 100 cM^3 inhoud heeft. De andere flesch staat evenzoo in verbinding met de U-vormige meetbuis, waarvan de linksche de maatbuis, de rechtsche de controleerbuis is. De maatbuis houdt ook nauwkeurig 100 cM^3. Het onderste nauwe gedeelte draagt eene verdeeling van 40 cM^3 in $\frac{1}{5}$ cM^3, hetgeen voldoende is, daar de gewone carbonatatiegassen niet meer dan 40 percent koolzuur bevatten. De bovenopening der vulpipet en der maatbuis monden door gutta-perchaverbindingen uit in eene gemeenschappelijke buis, die boven aan den toestel bevestigd is, en die door twee kranen kan worden afgesloten. Een dezer kranen

Fig. 48.



heeft drie openingen, waardoor vier standen der kraan kunnen gevormd worden, die wij hier zoo willen voorstellen:

In fig. 49 stelt I de verbinding voor der vulpipet met de buitenlucht door eene opening in de kraan.

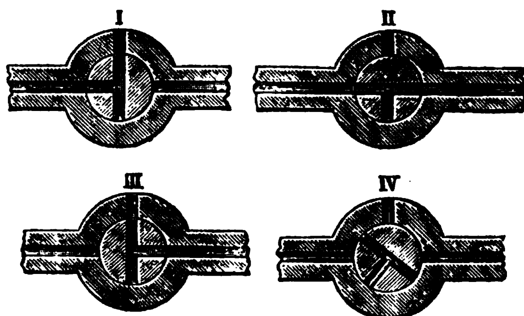
II. De verbinding der vulpipet met de maatbuis; de buitenlucht is afgesloten.

III. Stelt het linkerbeen der U-vormige buis in verbinding met de buitenlucht.

IV. Stelt alle verbindingen afgesloten voor.

Door de andere enkelvoudige kraan en eene gutta-perchabuis ver-

Fig. 49.



bindt men den toestel met de koolzuur-gasleiding. Tusschen de beide flesschen en de beschreven buizen is eene afsluiting door klemkranen. De beide andere halzen der flesschen staan door caoutchouc-buizen in verbinding met een caoutchouc-bal, waardoor men de vloeistoffen uit de flesschen bij geopende klemkranen in de buizen kan opdrukken. In de linker flesch doet men koolzuurhoudend water. Men maakt dit, door in gedistilleerd water gedurende langeren tijd een stroom koolzuurgas te voeren. In de rechter flesch doet men eene sterke potaschloog van ongeveer 1,25 — 1,3 spec. gewicht.

Eene onderzoeking van het koolzuurgas voert men op de navolgende wijze uit:

Men vult eerst de beide buizen nauwkeurig tot de bovenste streep. Daartoe geeft men de drieslag-kraan de stelling I, opent de onderste klemkraan en drukt het water in de vulpipet. Zoodra de vloeistof de streep bereikt heeft, sluit men de klemkraan. Op dezelfde wijze vult men de U-vormige buis met potaschloog en geeft dan de kraan de stelling III. Dan vult men de vulpipet met gas. Hiertoe opent men de hoofdkraan der leiding en de enkelvoudige kraan, geeft de drieslag-kraan den stand I en laat zoolang gas door de gutta-percha buis en bij *b* weer in de buitenlucht stroomen, tot men zeker is, dat de buis en de kraan met gas gevuld zijn. Wil men echter zeker zijn, dat ook het gedeelte boven de streep der vulpipet alle lucht verloren heeft, dan vult men deze buis een- of tweemaal met het carbonatatiegas, om dit door de boven-opening *b* der drieslag-kraan weer af te blazen. Dit geschiedt als volgt. Men sluit de drieslag-kraan IV en opent de onderste klemkraan, waarop de buis zich vanzelf vult met gas; dan sluit men de enkelvoudige kraan, geeft de drieslag-kraan stelling I en perst den gutta-percha kogel samen, waardoor het water in de vulpipet en het gas uitgedreven worden. Is dit een- of tweemaal herhaald, dan kan de eigenlijke onderzoeking beginnen.

Men sluit de drieslag-kraan, stelling IV, opent de enkelvoudige kraan en de klemkraan der vulpipet, en laat zooveel van het gas instroomen,

dat niet alleen de vulpipet, maar ook de daaronder aangeblazen glaskogel daarmee gevuld is en het water dus onder den kogel staat. Dan sluit men de enkelvoudige kraan volkomen af, drukt, door den caoutchouc-kogel samen te persen met geopende klemkraan, het water tot de onderste streep der vulpipet en sluit de klemkraan. Hierdoor is het in de vulpipet zich bevindende gas met het volume van den glaskogel meer samengeperst, en het is voldoende om het overtollige gas in de buitenlucht af te voeren, de drieslag-kraan 1 à 2 seconden te openen; d. w. z. het in de vulpipet bevatte gas met den juisten barometerstand in overeenstemming te brengen.

Heeft men dit gedaan, dan geeft men de drieslag-kraan de stelling II, waardoor eene verbinding tusschen de vulpipet en de maatbuis ontstaat. Opent men nu de klemkraan der U-vormige buis, dan vloeit uit de rechtsche controleerbuis de potaschloog in de flesch, waardoor men ruimte krijgt om de 100 cM^3 carbonatatie-gas in de meetbuis over te drukken. Men heeft nu het gas tusschen het water en de potaschloog en door het gas 10 à 12 malen herhaaldelijk in de meetbuis over te brengen, verzadigt de potaschloog zich met koolzuur. Ten laatste drukt men al het gas tot de bovenste streep der vulpipet, zet de potaschloog in de U-vormige buis op gelijke hoogte (hetzij door oppersen of afvloeien door de klemkraan), sluit de drieslag-kraan (stand IV) en leest den stand der potaschloog aan de schaal na eenig wachten af. Het cijfer, dat men aan de schaal afleest, drukt nauwkeurig zonder eenige correctie het koolzuurgehalte van het onderzochte gas in volumepercenten uit.

3. De kleurmeter van Dr. Stammer.

De kleurmeter, fig. 50, bestaat uit de volgende deelen:

I. Uit eene wijde *vochtbuis*, die van onderen door eene gasplaat gesloten, van boven open is en zijwaarts eene tuit heeft voor het in- en uitgieten der vloeistoffen. De vochtbuis is aan een statief door twee schroeven bevestigd, en kan, in geval men den toestel wil schoonmaken, gemakkelijk afgenomen worden.

II. Uit de *meetbuis*, die van onderen met een glasplaatje gesloten en in de vochtbuis I beweegbaar is.

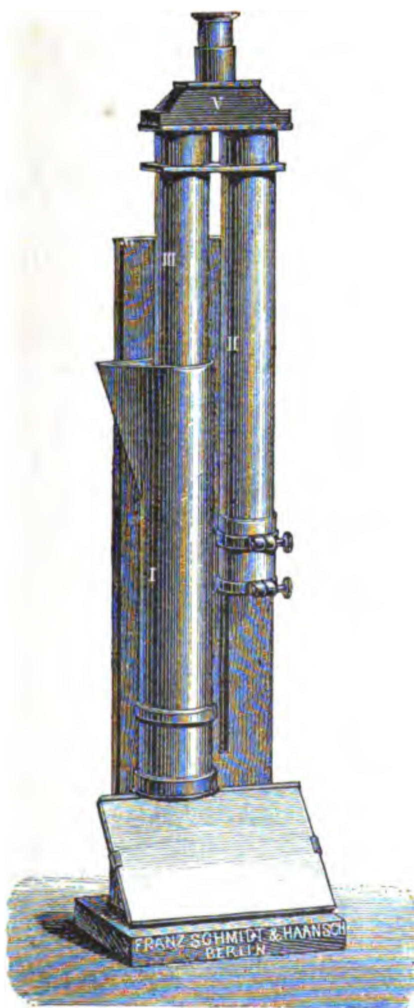
III. Uit de *kleurmeterbuis*, die met II vast verbonden, van onderen open en van boven met het gekleurde *maatglas* gedekt is; zij is aan het benedeneinde door twee ringen met schroeven, die de gelijkmatige op- en nederschuiving der verbonden buizen II en III mogelijk maken, vast met de *schuifplaat* verbonden.

IV. Uit de *schaal*, die met eene nonius, in millimeters aan de achterzijde van het statief is aangebracht.

V. Uit het gekleurde *maatglas*, dat uit twee verbonden glasplaatjes van geel glas bestaat. De kleur, hierdoor waargenomen, is de normaal-

kleur, en met 100 geteekend. Behalve deze plaatjes zijn nog twee enkelvoudige glazen bij het instrument gevoegd, die men bij het normaal-glas inleggen of afzonderlijk gebruiken kan; hierdoor krijgt men halve, anderhalve of dubbele normaal-kleur.

Fig. 50.



Een oogdeksel V dekt de beide buizen II en III, terwijl een mat witte spiegel het gelijkmatig verstrooide licht onder een gegeven hoek in de buizen terugkaatst. Het oogdeksel V heeft een prisma, waardoor de beide gezichtsvelden der buizen II enIII juist als twee halfcirkels zich aan den waarnemer voordoen. Net als bij de Polarisatie toestellen.

Men zet het instrument zoo tegen het licht, en geeft den spiegel zulk een stand, dat men bij het doorzien van het oogdeksel — na verwijdering van het kleurglas — het gezichtsveld der beide buizen gelijkmatig verlicht ziet. Men legt nu het kleurglas met zijn dekseltje op de buis III, en giet de vloeistoffen, waarvan men de kleur wil bepalen, en die *volkomen helder* moeten zijn, in de vochtbuis I, die evenzeer als de maatbuis van een glasplaat en schroefdeksel voorzien moet zijn (de sluitschroeven worden doelmatig met een weinig vet bestreken). Nu schuift men de verbonden buizen II en III zoover op, tot de kleur tusschen de dekglazen der in de beide buizen I en II zich bevindende vloeistof gelijk is aan het kleurglas, terwijl beide van boven worden waargenomen met het licht, dat de spiegel opwaarts door de buizen terugkaatst. Het *nulpunt* der schaal is natuurlijk daar, waar de beide dekglazen der vocht- en meetbuis op elkander komen; men kan dit echter tengevolge van den schroefrand bij II niet volkomen verkrijgen,

en daardoor kan men niet volkomen op 0 stellen. De hoogte der maatbuis, d. w. z. de dikte der vloeistofkolom, wordt op de achterzijde van het instrument afgelezen. Men moet eenige malen instellen en dan het gemiddelde nemen.

Daar de *kleur* der vloeistof in omgekeerde verhouding staat tot de dikte der kolom, die noodig is om eene bepaalde kleur te verkrijgen, en deze laatste hier uitgedrukt is door 100, verkrijgt men de kleur der vloeistof, wanneer men het getal der afgelezen millimeters op 100 deelt. Eene tabel, waarbij de kleurgetallen zijn opgegeven tot eene nauwkeurigheid van 0.01, volgt hierachter.

De op deze wijze gevonden kleurgetallen gelden voor alle suikervloeistoffen en voor de verschillende polarisatie-instrumenten als absolute cijfers ter onderlinge vergelijking,

Het schoonmaken van het instrument is gemakkelijk. Worden verschillende waarnemingen achtereenvolgens gedaan, dan is het voldoende de vorige vloeistof door uitgieten en naspoelen met de volgende te verwijderen. Anders moet men de schroeven der ringen, die de kleurbuis met de schuif-inrichting verbinden, losdraaien en dan de van boven verbonden buizen II en III er uitnemen en schoonmaken. Gebruikt men gedistilleerd water, dan is het niet noodig de buizen van binnen uit te drogen.

De meeste vloeistoffen, waarvan men de kleur wenscht te bepalen, zooals dunsap, diksap en dergelijke, kunnen onmiddellijk gemeten en, wanneer men het spec. gewicht er van kent, ook vergeleken worden. De geringe afwijkingen, welke bij de onderzoeking van gelijksoortige sappen voorkomen, leveren eene voldoend nauwkeurige correctie. Bij zeer gering gekleurde sappen gebruikt men het half normaal (enkel) glas en verdubbelt de aflezing. Op dezelfde wijze handelt men met sappen, die zoo donker zijn, dat eene nauwkeurige aflezing der zeer dunne vloeistof niet mogelijk is, doordien men de kleur met anderhalf en dubbel normaal vergelijkt en herleidt.

Bij siropen, ruwsuiker en melasse moet men in den regel eene verdunning met water tot het dubbele, viervoudige, ja twintigvoudige volume te baat nemen, om goede aflezingen te verkrijgen, die dan door 2—4....20 gedeeld en ten laatste door deeling op 100 (of bij gebruikmaking van het dubbel normaal-glas op 200) de werkelijke kleur opleveren.

TABEL XII.

TABEL DER KLEURBEPALINGEN VOLGENS STAMMER.

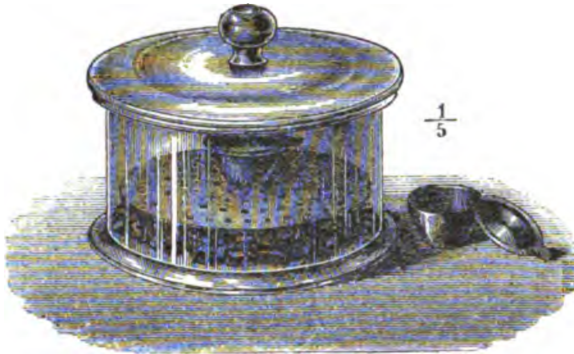
Aflezing in mM.	Kleur.	Aflezing in mM.	Kleur.	Aflezing in mM.	Kleur.	Aflezing in mM.	Kleur.
1	100,00	29	3,45	57	1,75	84	1,19
2	50,00	30	3,33	58	1,72	85	1,18
3	33,33	31	3,23	59	1,69	86	1,16
4	25,00	32	3,13	60	1,67	87	1,15
5	20,00	33	3,03	61	1,64	88	1,14
6	16,67	34	2,94	62	1,61	89	1,12
7	14,29	35	2,86	63	1,59	90	1,11
8	12.50	36	2,78	64	1,56	91	1,10
9	11,11	37	2,70	65	1,54	92	1,09
10	10,00	38	2,63	66	1,52	93	1,08
11	9.09	39	2,56	67	1,49	94	1.06
12	8,33	40	2,50	68	1,47	95	1,05
13	7,69	41	2,44	69	1,45	96	1,04
14	7,14	42	2,38	70	1,43	97	1,03
15	6,67	43	2,33	71	1,41	98	1.02
16	6,25	44	2,27	72	1,39	99	1,01
17	5,88	45	2,22	73	1,37	100	1,—
18	5,55	46	2,17	74	1,35	110	0,90
19	5,26	47	2,13	75	1,33	120	0,83
20	5,—	48	2,08	76	1,32	130	0,77
21	4,76	49	2,04	77	1,30	140	0,71
22	4,55	50	2,—	78	1,28	150	0,67
23	4,35	51	1,96	79	1,27	160	0,63
24	4,17	52	1,92	80	1,25	170	0,59
25	4,—	53	1,89	81	1,24	180	0,56
26	3,85	54	1,85	82	1,22	190	0,53
27	3,70	55	1,82	83	1,20	200	0,50
28	3,57	56	1,79				

4. DROOGTOESTELLEN.

Onder de droogtoestellen, die men gebruikt om het watergehalte van de lichamen, die men onderzoekt, te bepalen, komen voornamelijk twee soorten in aanmerking en wel 1°. *de exsiccator* (fig. 51) voornamelijk voor stoffen, die bij 100° C. water verliezen, in droge lucht

echter geene verandering ondergaan. De exsiccator bestaat uit eene mat geslepen glazen plaat, waarop eene glazen stolp met geslepen rand door kaarsvet luchtdicht sluit, uit eene ronde porseleinen schaal met geconcentreerd zwavelzuur, of Chloor-calcium gevuld, en uit een ijzeren plaatje op pootjes, dat over de porceleinen schaal heen staat; de stolp dekt beide laatste. Men wrijft de stoffen fijn en brengt ze in dunne lagen op een horolgeglas of een vlak schaaltje en zet ze op de ijzeren plaat. De exsiccator dient tevens om heete kroezen of schaaltjes in droge lucht te laten afkoelen.

Fig. 51.



2° *de droogstoof* voor stoffen, die bij 100° C. haar water volkomen verliezen, zonder bij die temperatuur eene verandering te ondergaan.

Zij bestaat uit een vierkant kastje van koperblik, 18 cM. lang, 13 cM. breed en 13 cM. hoog en heeft een dubbelen bodem. Op den bovensten bodem zet men de stoffen, die gedroogd moeten worden. Eene kleine spirituslamp of gaslamp is de warmtebron. In eene opening der bovenste plaat van het kastje kan een thermometer gezet worden, waardoor men de temperatuur, die in het droogstoofje heerscht, kan nagaan en regelen. Aan de droogstoofjes, die door gas verwarmd worden, wordt meestal een gasregulateur toegevoegd, waardoor men steeds eene standvastige temperatuur kan verkrijgen. Daar echter de gasdrukking in de groote steden bij dag of bij avond meestal belangrijk verschilt, kan men zich op den regulateur niet te veel verlaten, maar moet men vooral des avonds goed op den stand der temperatuur letten. Een zeer doelmatig droogstoofje is het waterbadkastje met dubbele wanden van koperblik. Om het ook als oliebad te gebruiken, moet het met koper gesoldeerd worden. In den bovensten bodem zijn twee openingen, de eene voor den thermometer, de andere voor de vulling met water. De binnenste ruimte is aan vijf zijden door den buitenwand omringd: in de voorzijde is de deur aangebracht, waarin twee openingen zijn, die de luchtcirculatie in het stoofje bevorderen. Door een gas-, spiritus- of olielamp brengt men het water, dat ongeveer tot op de helft het omhulsel vult, aan den kook. De temperatuur overschrijdt de 98° C. niet.

De stoffen, die men drogen wil, worden in den regel op horlogeglazen in het droogstoofje gezet. Gedurende het drogen staan de horlogeglazen in elkander; bij het wegen dekt men het eene met het

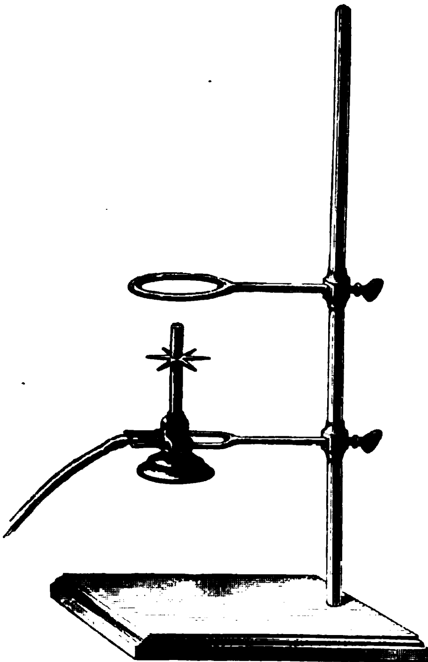
andere. Men kiest hiertoe nauwkeurig afgeslepen glazen, waarvan de randen luchtdicht afsluiten en houdt ze gedurende de weging door eene klem op elkander.

Hygroscopische stoffen laat men in de horlogeglazen, nadat men ze uit het droogstoofje genomen heeft, vóór de weging behoorlijk afkoelen en zet ze daartoe in den exsiccator.

5. LAMPEN.

Voor de talrijke in het laboratorium voorkomende verwarmingen, afdampingen, gloeiingen, enz. gebruikt men in den regel lampen en wel spiritus- of, daar waar gas is, gaslampen. Van de spirituslampen zijn voornamelijk de beide volgende in gebruik: de eenvoudige glazen spirituslamp en die van Berzelius met dubbele trekking. Voor de laatste kiest men eene, die aan een statief op en neer geschoven kan worden. Aan dit statief bevindt zich bovendien een verschuifbare ring tot het opzetten van schalen en flesschen en een tweede sterke ring, die als gloeiring dienst doet en waarin men de platinaschaaltjes of kroesjes zet.

Fig. 52.



Bekerglazen, flesschen en dergelijke, waarin men kookt, zet men niet direct op de vlam: men legt een stukje dun kopergaas op den ring en stelt daar die voorwerpen op; hierdoor wordt het springen genoegzaam geheel voorkomen.

Van de gaslampen is die van Bunsen de beste; zij wordt in eenvoudigen vorm door fig. 52 voorgesteld. Opent men de gaskraan, dan stroomt het gas uit eene fijne opening in het onderste gedeelte der lamp in de 95 mM. lange buis en vermengt zich daar met de buitenlucht, die gelijktijdig door de openingen, boven de gutta-perchabuis aangebracht, instroomt; steekt men nu boven dit gasmengsel aan, dan verkrijgt men daardoor eene recht opwaarts strevende, blauwe, geheele roestvrije vlam,

die men gemakkelijk reguleeren kan door het openen der kraan; zij dient klein ter vervanging van de gewone spirituslamp, en groot ter vervanging der Berseliuslamp te zijn.

Daar het gebeuren kan, dat bij eenen geringen gasdruk de vlam naar binnen slaat, is onder aan den brander een verschuifbare ring aangebracht, waardoor men den toevoer der buitenlucht kan regelen. Naarmate men de opening kleiner maakt, kan men ook de gaskraan minder wijd openzetten, waardoor het terugslaan der vlam wordt voorkomen.

6. WATERLUCHTPOMP.

Met veel voordeel maakt men gebruik van de hiernevens in fig. 53 in doorsnede afgebeelde waterstraal-luchtpomp, bij het filtreeren onder druk, afzuigen van vloeistoffen of om een luchtverdunde ruimte daar te stellen. Zij berusten hetzij op het gewicht eener zwak bewegende, hangende waterkolom van kleine doorsnede, of hierop dat bij het doorstroomen van water door een buis, die aan het benedeneinde wijder wordt, de druk in het onderste wijdere gedeelte geringer is dan boven in het nauwere deel. Door dit verschil in druk wordt lucht doorgezogen en meegevoerd.

Fig. 53.



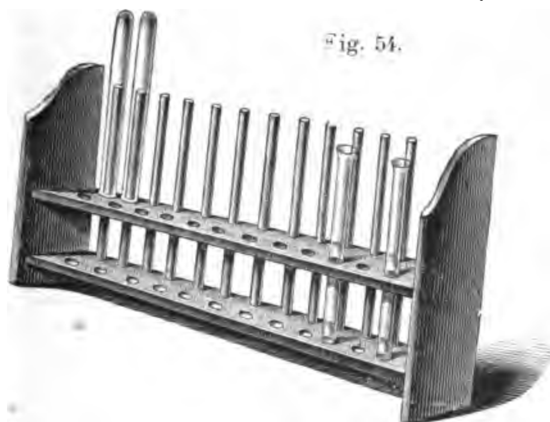
De toestellen der eerste soort hebben dus een groote valbuis, meest eene van 10 M. lengte noodig, de laatste slechts een sterken druk der waterleiding.

Bij A komt het water binnen en zuigt bij den doorgang der slechts 3 mM. wijde onderste opening lucht uit B aan en trekt ze door C, de afvoerbuis mee weg. Een manometer geeft bij het openen der waterleidingskraan, de luchtverdunning aan.

Om velen, die moeielijk eene keuze kunnen doen of niet weten, welke toestellen en gereedschappen zij noodig hebben, van dienst te zijn, geven wij hier een overzicht van het voornaamste, wat in een goed ingericht laboratorium aanwezig behoort te zijn.

1. Eene fijne chemische balans, bij 50 gram een half milligram aangevend, met een stel fijne gewichten van 50 gram — 0,001 gram. (zie blz. 20.)
2. Een polarisatie-instrument; — die van Schmidt en Haensch houden wij voor de beste en nauwkeurigste. (zie blz. 78 en vv.)

3. Een toestel voor de bepaling der koolzure-kalk in het beenzwart. (zie blz. 96.)
4. Eene gewone balans, bij 50 gram 0.01 gram aangevende.
5. Een droogstoofje, waterbad of luchtbadstoofje en een exsiccator.
6. Een Berzelius-spirituslamp.
7. Eenige gewone spirituslampen of, waar gas ter dispositie is, eenige gaslampen van Bunsen.
8. Een platina-kroes.
9. Eene platina-schaal.
10. Platina-plaat en -draad.


Fig. 54.

11. Een rekje met reageerglaasjes. (zie fig. 54).

De reageerbuisjes hebben eene lengte van 16—18 cM. en eenen diameter van 1 à 2 cM. Zij moeten dun, uit wit glas gemaakt en zoo afgekoeld zijn, dat ze niet springen, wanneer men er heet water ingiet.

12. Een buretten-drager (fig. 16, blz. 51).
13. Eenige buretten.
14. Eene pipetten-etagère met pipetten van 100—1 cM³.
15. Eene ruime keuze van maatflesschen van 1000—50 cM³. Van 100—110, van 100 en 50—55 cM³ heeft men er minstens 6 van elk noodig.
16. Eene collectie trechters. Deze moeten eenen hoek van 60° maken en niet spits in de trechterbuis verloopen.
17. Een dozijn filtreerglaasjes met tuit.
18. Eenige kleine bekerglaasjes en een paar nesten Boheemsche bekerglazen.
19. Eenige nesten uitdampschalen.
20. Eenige mortieren van porselein met stampers.
21. Eenige stellen horlogeglazen en eene keur van dekglazen.
22. Een filtreerstandaard (fig. 1, blz. 14.)

23. Een statief met 3 verschuifbare ringen.
24. Eene spuitflesch (fig. 2, blz. 15.)
25. Eenige areometerglazen.
26. Een stel densimeters van 1—1.03, 1.03—1.06, 1.06—1.09.
27. Een stel Saccharometers van Brix.
28. Eenige areometers volgens Beaumé van 0—15, 15—30, 30—53°, in $^1/_{10}$ of $^1/_4$° verdeeld.
29. Een kleurmeter volgens Stammer.
30. Een voorraad roerstaafjes en glazen buizen.
31. Kookflesschen.
32. Eene kroezentang.
33. Een stalen pincet.
34. Filtreerpapier.
35. Reagentiën. Zie afd. IV.

Van deze werktuigen voorzien, kan men bijna alle onderzoekingen doen. Natuurlijk behoeft men nog om beetwortels klein te maken eene rasp en om het sap te verkrijgen eene pers; ook zal men voor eene elementaire analyse een verbrandings-oven met kali- en chloorcalcium-toestel, retorten, ontvangers, enz. noodig hebben.

Daar deze laatste gereedschappen echter bij de gewone onderzoekingen weinig voorkomen bespreken wij die in het toegepast gedeelte van dit handboek.

IV.

CHEMICALIËN. [1]

Bij de scheiding en vereeniging van lichamen doen zich verschillende verschijnselen voor. Nu eens verandert de vloeistof van kleur, dan ontstaat een neerslag; nu eens bruist zij op, dan weer wordt zij warm, enz. Zijn nu deze verschijnselen sterk sprekend en vergezellen zij slechts het op elkander werken van twee lichamen, zoo is het klaar, dat men door een dezer stoffen altijd de tegenwoordigheid der andere kan aantoonen. Wanneer men weet, dat bij het samenkomen van baryt en zwavelzuur een witte neerslag ontstaat, die bepaalde eigenschappen bezit, dan zal men begrijpen, dat, wanneer men door toevoe-

---

[1]) Volgens Fresenius. Zie zijne „Qualitative en Quantitative chemische Analysen" 12te und 5te Auflage.

ging van eene baryt-oplossing bij eene of andere vloeistof een neerslag verkrijgt, die dezelfde verschijnselen aanbiedt, men dan kan besluiten, dat die vloeistof zwavelzuur bevat.

De stoffen nu, die ons de tegenwoordigheid van andere door in het oog loopende verschijnselen doen kennen, worden reagentiën of tegenwerkende middelen genoemd.

Dat zij absoluut zuiver moeten zijn, wanneer men op de resultaten vertrouwen wil, behoeft geen vermelding. Hieruit volgt, dat men een reageermiddel steeds aan een zorgvuldig onderzoek moet onderwerpen, voor men er gebruik van maakt. Het gebeurt toch, dat men aluinaarde vindt, omdat de potasch en sodaloog hiermee verontreinigd zijn. IJzer wordt gevonden, doordien de salmiak ijzerhoudend is, enz. Dat, bij de hieronder volgende gegevens omtrent het onderzoek der reageermiddelen, slechts op die stoffen acht is geslagen, die als gevolg der bereiding de reageermiddelen verontreinigen, en niet op toevallige bijmenging, spreekt vanzelf.

De onzekerheid van den beginner omtrent de hoeveelheid der toe te voegen reageermiddelen, is eene der voornaamste oorzaken van slechte analysen. Gebruikt men b. v. de uitdrukkingen overmaat, oververzadigen enz., dan denken beginnenden allicht, dat men van een reagens niet te veel kan nemen, en opdat zij toch vooral niet te weinig nemen gieten velen, om eenige druppels van eene alcalische vloeistof te verzadigen, een proefglas vol zuur bij, terwijl toch elke druppel van het zuur, nadat de neutraliteit bereikt is, reeds als eene overmaat van zuur kan beschouwd worden.

Evenzoo komt het voor, dat men te weinig toevoegt, vooral bij quantitatieve onderzoekingen; b. v. om phosphorzuur of kalk uit oplossingen te praecipiteeren, gebeurt het, dat de beginner veelal te weinig toevoegt, omdat hij niet behoorlijk onderzoekt, of al het phosphorzuur of de kalk neergeslagen zijn.

Men kan ter vermijding dezer onjuistheden geene vaste regels aangeven, wel eenen algemeenen regel en deze bestaat hierin, dat men voor analyse en voor de toevoeging der reageermiddelen zich helder voor oogen stelle, met welk doel men het reagens toevoegt, welk verschijnsel men verkrijgen moet en welke gevolgen eene te geringe of overtollige bijvoeging veroorzaakt.

Men onderscheidt de reageermiddelen als volgt:

A. Reageermiddelen volgens den natten weg.

I. Eenvoudige oplosmiddelen.

II. Zuren en halogenen:

- *a.* Zuurstofzuren.
- *b.* Waterstofzuren en halogenen.
- *c.* Sulfozuren.

III. Basen en metalen:

a. Zuurstofbasen.
b. Sulfobasen.

IV. Zouten:

a. der alcalimetalen.
b. der alcalische aarden.
c. der metaaloxyden.

V. Kleurstoffen en indifferente plantenstoffen.

B. Reageermiddelen volgens den drogen weg.

C. Reagentiën voor de maatanalyse.

D. Proefvloeistoffen.

A. REAGENTIËN VOLGENS DEN NATTEN WEG.

I. EENVOUDIGE OPLOSMIDDELEN.

1. Water (H_2 O) [1].

Het water [2]) dient als eenvoudig oplosmiddel voor een groot aantal lichamen. Steeds moet men het in de spuitflesch (fig. 2, blz. 15) hebben, opdat men het elk oogenblik in eenen dunnen of dikken straal kan gebruiken.

Het moet kleurloos, reukeloos en smakeloos zijn, mag, in eene platina-schaal verdampt, geen overblijfsel achterlaten. Zwavelammonium mag het niet veranderen (koper, lood, ijzer), barytwater mag het niet troebel maken (koolzuur). Het mag verder bij lange inwerking niet troebel worden door oxalzure ammonia (kalk), chloorbarium met toevoeging van zoutzuur (zwavelzure zouten), salpeterzuur-zilveroxyd met toevoeging van salpeterzuur (chloormetalen) en ook niet door kwikzilverchlorid met toevoeging van koolzure-soda (ammoniak).

---

[1]) Deze cijfers beduiden de aequivalent-gewichten der stoffen. Zie blz. 2. Hierdoor worden de verbindingen gemakkelijk gevonden en is het den leerling mogelijk de stoffen, die hij quantitatief wil bepalen, uit te rekenen en in percentsgewijze verhouding op te stellen.

[2]) Waar sprake is van water in dit werk, wordt stilzwijgend steeds gedistilleerd water bedoeld.

Uit glazen kolven gedistilleerd water is voor vele doeleinden ongeschikt. Voor sommige gevallen moet men het water door koking van lucht en koolzuur bevrijden.

2. Alcohol (C_2H_6O).

De alcohol dient: *a*) tot scheiding van daarin oplosbare lichamen, van zulke, die daarin niet oplosbaar zijn, b. v. chloorstrontium van chloorbarium, — *b*) ter paecipiteering van vele stoffen, die in waterigen spiritus onoplosbaar zijn uit hare oplossing in water, b. v. het gips, de appelzure kalk, — *c*) tot herkenning van eenige stoffen, die de vlam van daarover aangestoken spiritus eigenaardig kleuren, zooals boorzuur, strontium, potasch, soda, enz. De alcohol moet volkomen vervluchtigen, mag tusschen de handen gewreven geen reuk achterlaten en vochtig lakmoespapier, zij het rood of blauw, niet veranderen. Aangestoken moet hij met eene zwak blauwe, bijna onzichtbare vlam verbranden.

3. Aether ($C_2H_5O_2$).

Zuivere aether is een kleurlooze, bijzonder beweeglijke, doorzichtige en sterk lichtbrekende vloeistof, met een aangenamen zoogenaamd aetherischen reuk. Zijn kookpunt ligt bij 34,5°. Bij 0° heeft hij een densiteit van 0.736. De densiteit der damp is 2.557. Zelfs in tegenwoordigheid van vast koolzuur blijft aether nog vloeibaar.

Zuivere aether moet in 9 deelen water oplossen, met lakmoes neutraal reageeren en bij verdamping niets achterlaten.

II. ZUREN EN HALOGENEN. [1])

De zuren, zie blz. 7, zijn in water oplosbaar. De oplossingen smaken zuur en kleuren lakmoes rood. De zuren worden verdeeld in zuurstofzuren, sulfozuren en waterstofzuren.

De zuurstofzuren ontstaan uit eene verbinding van een element, geen metaal zijnde, met zuurstof en vereenigen zich met water in vaste verhoudingen tot zuurhydraten. Met deze laatste hebben wij het meest te doen, zij zijn in de waterige oplossingen der zuren bevat; men noemt ze gewoonlijk het zuur, omdat het toetreden van water de zure eigenschappen niet opheft. Werken zij op de metaaloxyden dan treedt het oxyde in de plaats van het hydraatwater en er ontstaat een zuurstofzout ($HO,SO_3 + KO = KO,SO_3 + HO$). Ontstaan zulke zouten uit de vereeniging van het zuur met eene sterke base, dan

[1]) Halogeen noemt men de zoutvormers chloor, broom, jood en fluoor. Deze zouten bevatten geen zuurstof; men noemt ze ook wel haloïd-zouten.

reageeren de zouten (op den voorgrond stellende, dat ook het zuur sterk is) neutraal; — is daarentegen de base eene zwakke, b. v. het oxyd van een der zware metalen, den reageeren zij in den regel zuur; zij worden dan echter toch neutrale zouten genoemd, wanneer de zuurstof van de base tot de zuurstof van het zuur in dezelfde verhouding staat, hetgeen men bij de herkenbare neutrale zouten derzelfde zuren waarneemt. De zwavelzure potasch (KO, SO_3) reageert neutraal, kopervitriool ($CuO, SO_3 + 5$ aq) zuur; het laatste wordt echter neutraal zwavelzuur-koperoxyd genoemd, omdat de zuurstof van het koperoxyd tot het zwavelzuur in verhouding staat als 1 : 3, d. i. in dezelfde verhouding, waarin de zuurstof van de potasch tot het zwavelzuur in de herkenbaar neutrale zwavelzure-potasch staat.

De waterstofzuren ontstaan uit de vereeniging van een halogeen met de waterstof. De meeste vertoonen het karakter van een sterk zuur. Zij neutraliseeren zuurstofbasen; hierbij ontstaan haloïdzouten en water: HCl en $NaO = NaCl$ en HO, — $3\,HCl$ en $Fe_2\,O_3 = Fe_2\,Cl_3$ en $3\,HO$.

De haloïdzouten, die door het inwerken van sterke waterstofzuren op sterke basen ontstaan, reageeren neutraal, terwijl die oplossingen zuur reageeren, welke ontstaan door de inwerking op zwakke basen (b. v. aluinaarde of ijzeroxyd). De sulfozuren ontstaan meer uit de vereeniging van metalen met zwavel dan uit de vereeniging van niet-metalen met zwavel; zij vereenigen zich met sulfobasen tot sulfozouten: $HS + KS = KS, HS$, — $As\,S_5 + 3\,Na\,S = 3\,Na\,S, As\,S_5$. De sulfozouten reageeren alle alcalisch, omdat de sulfozuren zwakke zuren zijn.

a. *Zuurstofzuren.*

1. Zwavelzuur ($H_2\,SO_4$).

Daar het zwavelzuur tot de meeste basen eene veel grootere aantrekkingskracht heeft dan bijna alle andere zuren, bedient men zich hiervan tot het vrijmaken en uitdrijven van andere zuren, voornamelijk: phosphorzuur, koolzuur, zoutzuur, salpeterzuur en azijnzuur. — Op de groote aantrekkingskracht van het zwavelzuur tot water berust de ontleding van vele lichamen, die zonder water niet kunnen bestaan, (b.v. het oxal- of zuringzuur), wanneer zij met geconcentreerd zwavelzuur in aanraking komen. De vrijgeworden ontledingsproducten geven omtrent het ontleed zijnde lichaam opheldering. Het zwavelzuur wordt ook gebruikt tot ontwikkeling van vele gassoorten, voornamelijk: het waterstofgas en de zwavel-waterstof. — Tot opsporing en het neerslaan van baryt, strontiaan en lood wordt het zwavelzuur hoofdzakelijk gebruikt.

Men gebruikt geconcentreerd z. g. Engelsch, geconcentreerd zuiver en gewoon verdund zwavelzuur.

Scheikundig zuiver zwavelzuur moet kleurloos zijn en mag in een reageerglaasje, met kleurlooze ijzervitriool-oplossing overgoten, aan de aanrakingspunten niet bruin gekleurd worden (salpeterzuur, onder-salpeterzuur), mag met 20 deelen water verdund, een joodpotassiumoplossing, waarbij stijfsel gevoegd is, niet blauw kleuren (ondersalpeterzuur), moet met zuiver zink en water waterstofgas leveren, dat, door eene gloeiende buis geleid, geen arsenik-aanslag geeft; het moet in een platina-schaal volkomen verdampen, en met 4 à 5 deelen alcohol vermengd volkomen helder blijven (loodoxyd, ijzeroxyd, kalk). Een weinig lood ontdekt men het gemakkelijkst, wanneer men op het zwavelzuur in een reageerglaasje een weinig zoutzuur giet. Ontstaat aan de aanrakingspunten eene troebeling (chloorlood), dan is er lood in. — Zwaveligzuur ontdekt men door den reuk, wanneer men het zwavelzuur in eene daarmee half gevulde flesch omschudt.

Verdund zwavelzuur.

Men vermengt 1 deel geconcentreerd zuiver zwavelzuur met 3 deelen water op deze wijze, dat het zuur in het water (niet omgekeerd) met een zeer dunnen straal er onder omroeren ingegoten wordt.

2. Salpeterzuur (HNO_3).

Het salpeterzuur dient hoofdzakelijk als oplosmiddel voor metalen, oxyden, zwavelverbindingen, zuurstofzouten, enz. Zijne werking berust bij metalen en zwavelmetalen op de oxydatie dezer lichamen, ten koste van een deel der zuurstof van het zuur, en op de daaropvolgende oplossing der gevormde oxyden tot salpeterzure zouten. De meeste oxyden worden dadelijk als salpeterzure zouten opgelost, evenzoo de meeste der in het water onoplosbare zouten met zwakke zuren, doordien bij de laatste het salpeterzuur het zwakke zuur verwijdert. — Zouten met oplosbare zuren, die niet vervluchtigen, b.v. phosphorzure kalk, lost het evenzeer op; er ontstaat salpeterzure en zure phosphorzure kalk. Het salpeterzuur dient verder als oxydatiemiddel tot omzetting van ijzeroxydul in oxyd, tin in tinoxyd, enz.

Het salpeterzuur moet kleurloos zijn en mag, op platinablik verdampt, niets overlaten. Salpeterzuur-zilveroxyd en salpeterzure baryt mag het niet troebel maken. Voor de bijvoeging dezer reageermiddelen moet het zuur sterk met water verdund worden, omdat anders salpeterzure zouten kunnen neerslaan.

3. Azijnzuur ($C_2H_4O_2$).

Het gebruik van azijnzuur bij de analysen berust op zijn ongelijk oplossingsvermogen voor verschillende stoffen. Het wordt b.v. gebruikt

om de oxalzure- van de phosphorzure kalk te onderscheiden. Verder zuurt men met azijnzuur die vloeistoffen aan, waarbij een mineraalzuur vermeden dient te worden.

Het mag bij het verdampen niets teruglaten en na het verzadigen met koolzure soda niet branderig ruiken. — Zwavelwaterstof, zilver- en barytoplossing mogen het verdunde zuur niet kleuren of troebel maken, evenzoomin zwavelammonium, nadat het zuur door ammonia geneutraliseerd is. Indigo-oplossing mag bij het verwarmen van het zuur niet ontkleurd worden. Met overmangaanzure potasch behandeld, mag het geen bruinen neerslag geven.

4. Wijnsteenzuur. $C^2H^2(OH)^2(COOH)^2$.

Wanneer men bij eene oplossing van ijzeroxyd, aluinaarde en verscheidene andere metaaloxyden wijnsteenzuur voegt en dan nog een alcali, zoo worden de oxyden, die anders een neerslag zouden geven, niet gepraecipiteerd, omdat door de alcaliën niet ontleedbare, wijnsteenzure dubbelzouten zijn gevormd.

Het wijnsteenzuur dient ons dus tot scheiding der genoemde metaaloxyden, van lichamen wier præcipitatie niet door hetzelve verhinderd wordt. — Wijnsteenzuur vormt met potasch, echter niet met soda, een moeielijk oplosbaar zout. Het is dus een goed middel om potasch van soda te onderscheiden. Nog beter gaat dit met de zure wijnsteenzure soda. Deze wordt gemaakt, wanneer men van twee gelijke deelen wijnsteenzuur het eene, nadat het in water is opgelost, met koolzure soda verzadigt, en dit daarna bij het andere deel voegt, waarna men de oplossing tot kristallisatie laat verdampen.

Het wijnsteenzuur komt genoegzaam zuiver in den handel voor.

5. Oxalzuur. Zuringzuur ($C_2O_2H_4$).

Het gekristalliseerde zuringzuur ($C_2 H_2 O_4 + 2 H_2 O$), in drogen toestand niet hygroskopisch of verwerend, kan door deze eigenschappen gemakkelijk en nauwkeurig voor normaaloplossingen worden afgewogen. Zuringzuur lost bij gewone temperatuur in 8 deelen water op. Zuringzuur mag op platinablik verhit en vervluchtigd geen asch achterlaten.

b. *Waterstofzuren en Halogenen.*

1. Zoutzuur (HCl).

Het zoutzuur (chloorwaterstofzuur) dient als oplosmiddel voor een groot aantal lichamen; vele metalen en zwavelmetalen worden door hetzelve opgelost, waarbij waterstof en zwavelwaterstof vrijkomt, en gevormd tot chloormetalen, — oxyden lost het als chloriden op; — zouten met

onoplosbare vluchtige zuren zet het om in chloormetalen onder afscheiding van het zuur, bv. koolzure kalk; — zouten met niet vluchtige en oplosbare zuren worden schijnbaar zonder ontbinding opgelost, bv. phosphorzure kalk. Bij deze laatste oplossingen wordt er een chloormetaal en een oplosbaar zuurzout gevormd van het vroeger gebonden zuur, bv. phosphorzure kalk geeft chloorcalcium en zure phosphorzure kalk. Bij de zouten van die zuren, welke geen oplosbare zure zouten met de overeenkomende basen vormen, ontstaan chloormetalen, terwijl de afgezonderde zuren vrij in de oplossing blijven (boorzure-kalk). — Het zoutzuur wordt bovendien speciaal gebruikt tot ontdekking en afscheiding van het zilveroxyd, kwikzilveroxydul en lood, alsmede tot herkenningsmiddel van ammoniak aan de vorming van den in lucht ontstaanden nevel der salmiak. Het zoutzuur moet kleurloos zijn en niets op het platina teruglaten bij verdamping. Wordt het geel gekleurd bij het afdampen, dan bevat het ijzer-chlorid. Joodpotassiumstijfsel mag niet door zoutzuur blauw worden (chloor of ook ijzerchlorid), indigo niet vernietigd (chloor) en eene door joodstijfsel zwak blauwe vloeistof niet ontkleurd (zwaveligzuur). Chloorbarium mag geen neerslag geven (zwavelzuur). Zwavelwaterstof moet het verdunde zoutzuur onveranderd laten (arsenicum), evenzoo zwavelammonium na voorafgegane neutralisatie door ammonia (ijzer, thallium).

c. *Sulfozuren.*

1. Zwavelwaterstof (HS).

Zwavelwaterstof heeft eene groote neiging om met metaaloxyden, zwavelmetalen en water te vormen. Daar deze grootendeels in water onoplosbaar zijn, wordt deze omzetting meestal door eenen neerslag vergezeld. De bepalingen, volgens welke deze neerslag plaats vindt, zijn zoodanig verschillend, dat wij door verandering dier bepalingen al de metalen, die neerslagen geven, weer in afzonderlijke groepen kunnen scheiden. Zwavelwaterstof is dus een onwaardeerbaar middel voor de scheiding der metalen in hoofdgroepen. Van de praecipitaten of zwavelmetalen bezitten enkele zoo kenmerkende kleuren, dat men ze gemakkelijk daaraan kan herkennen. Zwavelwaterstof wordt ook gebruikt als reductiemiddel voor vele lichamen. IJzeroxyd wordt in ijzeroxydul omgezet, chroomzuur in chroomoxyd, enz. Bij deze reductiën wordt zwavel in den vorm van een wit poeder afgezonderd. Zwavelwaterstofgas moet men steeds zelf maken. Een in kleine laboratoriums daarvoor doelmatige toestel wordt door fig. 54 voorgesteld. In de flesch A van ongeveer 2 liter inhoud doet men verdund zwavelzuur. In de caoutchoucstop B sluit luchtdicht een glazen staaf G van minstens 9 mM. doorsnee, die eenigszins moeielijk op en neer beweegt. Aan het benedeneinde der glazen staaf hangt een doorboord mandje

van porselein. Het wordt met een stukje linnen bekleed en met stukjes zwavelijzer gevuld. Schuift men nu de glazen staaf naar beneden, zoodat het zwavelijzer in de vloeistof komt, dan begint oogenblikkelijk de gasontwikkeling. Een gedeelte van de afvoeringsbuis R is met boomwol gevuld en doet dienst als waschflesch.

Fig. 54.



Het zwavelwaterstofwater maakt men door het gas te leiden in uitgekookt koud water, tot geheele verzadiging. Of het water volkomen met gas verzadigd is, bemerkt men gemakkelijk, wanneer men de flesch met den duim sluit en een weinig schudt. Wordt dan een druk naar buiten gevoeld, dan is het water verzadigd; wordt echter de duim ingetrokken, dan kan het water nog meer gas opnemen. Men moet het zwavelwaterstofwater in kleine goed gekurkte fleschjes bewaren, anders ondergaat het spoedig eene omzetting.

Het mag, in platina verdampt, niets teruglaten; met ammoniak behandeld, niet zwart worden, en moet met ijzerchlorid een sterken neerslag geven.

III. BASEN EN METALEN.

De basen worden verdeeld in: zuurstof- en sulfobasen. De eerste ontstaan uit de vereeniging van metalen met zuurstof, de laatste uit de vereeniging van metalen met zwavel.

De zuurstofbasen worden onderscheiden in: alcaliën, alcalische aarden, zuivere aarden en zware metaaloxyden. De alcaliën zijn in water gemakkelijk, de alcalische aarden veel moeielijker oplosbaar. De zuivere aarden en de oxyden der zware metalen zijn in water niet, of bijna niet oplosbaar. De oplossingen der alcaliën en der alcalische aarden zijn bij voldoende concentratie bijtend, smaken loogachtig, kleuren curcumapapier bruin, en rood lakmoespapier blauw, verzadigen de zuren volkomen, zoodat de daaruit ontstane zouten, ook wanneer zij sterke zuren bevatten, plantenkleuren niet meer veranderen, terwijl die met zwakke zuren in den regel alcalisch reageeren. De zuivere aarden en de oxyden der zware metalen gaan ook wel verbindingen met zuren aan, maar de daaruit ontstane zouten kunnen in den regel hun zure reactie niet verloochenen.

De sulfobasen, die uit de vereeniging der metalen, alcaliën en alcalische aarden met zwavel ontstaan, zijn in water oplosbaar en reageeren

sterk alcalisch. De overige lossen niet in water op. Alle vormen met sulfozuren sulfozouten.

a. Zuurstofbasen.

A. *Alcaliën.*

1. Potasch (KO). Soda (NaO).

Door de groote aantrekkingskracht dezer stoffen voor zuren, ontleden de vaste alcaliën de zouten der meeste basen en praecipiteeren dus uit hunne oplossingen al diegene, die in water onoplosbaar zijn. Van deze oxyden worden er enkele door een overmaat van het reagens weer opgelost, b.v. aluinaarde, chroomoxyd, loodoxyd; andere niet, b.v. ijzeroxyd, bismuthoxyd, enz.

De vaste alcaliën geven dus ook een middel aan de hand om de eerste van de laatste oxyden te scheiden. Potasch en soda lossen verder vele zouten (b.v. chroomzuur-loodoxyd), zwavelverbindingen, enz. op en dragen dus ook bij niet alleen tot herkenning, maar ook tot scheiding derzelve. — De door potasch en soda bewerkte praecipitaten bezitten eigenaardige kleuren of hebben andere bijzondere eigenschappen, zooals b.v. het mangaanoxydul-hydraat, ijzeroxydul-hydraat, kwikzilveroxydul, zoodat men aan den neerslag het metaal kan herkennen. De vaste alcaliën bezitten het vermogen om uit de ammiakzouten ammonia vrij te maken, zoodat men dit aan den reuk, aan de werking op plantenkleuren, enz. kan herkennen. Potasch en sodaloog moeten helder, kleurloos en zoo mogelijk vrij van koolzuur zijn; zwavelammonium mag haar niet zwart maken. Men bewaart de loogen in flesschen, waarvan de stop met paraffine is ingewreven; verzuimt men dit, dan kan men later de stop niet meer van de flesch krijgen.

Potasch komt in vrij zuivere pijpjes in den handel. Voor het gebruik lost men kleine stukjes in het water op. Deze loog moet met zwavelammonium helder blijven en mag, met zoutzuur behandeld, bijna niet merkbaar opbruischen. Deze laatste oplossing moet tot droogwordens toe afgedampt een in water helder oplosbaar overblijfsel opleveren en mag, met ammonia behandeld, niet direct een vlokkigen neerslag van aluinaarde-hydraat opleveren. Met salpeterzuur aangezuurd, mag de potasch geen neerslag geven, wanneer men er eene salpeterzure oplossing van molybdeenzure ammonia bijvoegt.

2. Ammonia (NH_3).

De ammonia (geest van salmiak), die door het invoeren van ammoniakgas (NH_3) in water is ontstaan, en aan de lucht blootgesteld, de ammonia laat vervluchtigen, kan ook als eene oplossing van ammo-

niumoxyd of ammonia (NH_4O) in water beschouwd worden. Bij deze beschouwingswijze wordt aangenomen, dat het eerste bijkomende aequivalent water (HO) vormt met $NH_3 = NH_4O$. Salmiakgas wordt dan gelijk aan de potasch- en sodaloog, en de verklaring van zijne uitwerkingen zeer eenvoudig, omdat men in de zuurstofzouten, die ontstaan door de neutralisatie van zuurstofzuren met ammonia, evenzoo ammoniumoxyd (NH_4O), maar geen ammonia aanneemt. De ammonia-vloeistof is eene van de meest in gebruik komende reagentiën, hoofdzakelijk ter verzadiging van zure vloeistoffen, ter praecipiteering van vele metaaloxyden en aarden, alsmede tot scheiding van die, welke met ammonia praecipitaten geven. Vele dezer worden, met eene overmaat van ammonia behandeld, opgelost, zooals zink-, cadmium-, zilver- en koperoxyd, etc., terwijl andere onoplosbaar zijn. Zoowel de neerslagen als de ammonia-oplossingen zijn gedeeltelijk gekleurd, en hieraan kan men de metalen herkennen. Ammonia-vloeistof moet helder en kleurloos zijn, mag niets overlaten bij het verdampen in een platina-schaaltje en, met een gelijk volume kalkwater verhit, geene troebeling vertoonen (koolzuur). Met baryt- en zilveroplossingen mag zij niet troebel en met zwavelwaterstof niet zwart worden.

B. *Alcalische aarden.*

1. Baryt (BaO).

Baryt praecipiteert als sterke base de in water onoplosbare metaaloxyden en aarden uit hunne zoutoplossingen. Hoofdzakelijk gebruiken wij de baryt slechts om de magnesia neer te slaan. Barytwater kan verder gebruikt worden om zuren neer te slaan, die met haar onoplosbare verbindingen vormen. Als zoodanig wordt het gebruikt ter ontdekking van koolzuur, ter verwijdering van zwavelzuur, phosphorzuur, enz.

Het barytwater moet na het neerslaan met zwavelzuur van de daarin aanwezige baryt, een filtraat leveren, dat, met spiritus vermengd, helder blijft en, in eene platina-schaal verdampt, geen vuurvast overblijfsel oplevert.

Barytwater [$Ba(OH)_2$.]

Eén deel zuivere gekristalliseerde caustische baryt wordt met 20 deelen heet water overgoten; de oplossing moet spoedig gefiltreerd worden en na afkoeling in goed sluitende fleschen bewaard worden.

2. Kalk (CaO).

De kalk vormt met vele zuren onoplosbare, met andere oplosbare zouten. Kalkwater kan dus gebruikt worden om deze zuren te leeren kennen,

doordien het de eerste neerslaat, met de laatste echter geen neerslag vormt. Van die zuren, welke een neerslag met kalkwater geven, zijn enkele door bijzondere omstandigheden onderscheiden, b. v. het citroenzuur, dat eerst bij het koken wordt gepraecipiteerd, waardoor men in staat is, ook deze op eene gemakkelijke manier van elkander te onderscheiden. Voornamelijk ter ontdekking van het koolzuur en ter onderscheiding van wijnsteenzuur en citroenzuur, gebruiken wij het kalkwater. Kalkhydraat gebruikt men voor de uitdrijving van ammonia uit ammoniakzouten.

C. *Zware metalen en oxyden.*

1. Zink (Zn).

Het zink gebruiken wij voor het neerslaan van eenige metalen uit hunne oplossingen, verder tot ontwikkeling van waterstofgas.

2. IJzer (Fe).

Het ijzer wordt hoofdzakelijk gebruikt om het koper in eene oplossing te ontdekken.

3. Koper (Cu).

Het koper dient ter ontdekking van het kwikzilver, dat daarop als een wit, bij het wrijven zilverachtig glanzend beslag neerslaat.

b. Sulfobasen.

1. Zwavelammonium (NH_4S).

Het zwavelammonium is eene der meest voorkomende reagentiën. Het dient: *a.* om de zware metalen te praecipiteeren, die uit zure oplossingen door zwavelwaterstof niet neergeslagen worden, b. v. ijzer, kobalt, enz. (NH_4S + FeO, SO_3 + $Fe S$ + $NH_4 O, SO_3$); *b.* tot scheiding der door zwavelwaterstof uit de zure oplossingen neergeslagen zwavelmetalen, doordien het een gedeelte van deze, b. v. zwavelarsenicum, zwavelantimonium enz. tot sulfozouten (NH_4S, AsS_3 enz.) oplost, terwijl een ander deel, b. v. zwavellood, zwavelcadmium, enz. onopgelost blijft. Voor dit doel gebruikt, moet het zwavelammonium dan eene overmaat van zwavel bevatten, wanneer de op te lossen zwavelmetalen zich slechts op eenen hoogeren zwaveltrap oplossen b. v. enkelvoudig-zwaveltin (SnS), dat zich, doordien het in dubbel-zwaveltin (SnS_2) overgaat, gemakkelijk oplost.

Uit de oplossingen van de aluinaarde- en chroomoxyd-zouten, slaat het zwavelammoniumoxyd hydraten neer, terwijl zwavelwaterstofgas

ontwijkt, doordien de zwavelverbindingen dezer oxyden zich op den natten weg niet vormen kunnen ($Al_2 O_3, 3SO_3 + 3NH_4S + 6HO = Al_2 O_3, 3HO + 3(NH_4O, SO_3 + 3HS)$). — In water onoplosbare zouten, die in zuren zijn opgelost, worden uit die oplossingen, door toevoeging van zwavelammonium, onveranderd neergeslagen, b. v. de phosphorzure kalk uit hare zoutzure oplossing. Het zwavelammonium moet den eigenaardigen reuk in hooge mate bezitten, met zuren rijkelijk waterstof ontwikkelen, en daarbij naar zijn toestand [1]) geenen of een zuiver witten neerslag geven. In platina verdampt en gegloeid, moet alles vervluchtigen; kalk en magnesiaoplossing mag het bij verwarming niet troebel maken of daarmee een neerslag geven. (Koolzure- en vrije ammonia).

IV. Zouten.

a. *Alcali-zouten.*

1. Zwavelzure-potasch (K_2SO_4).

Dit zout dient ons ter herkenning en afscheiding van baryt en strontiaan. Men neemt dit bij voorkeur in de plaats van verdund zwavelzuur, omdat daardoor de neutraliteit der oplossingen niet verstoord wordt. Het komt zuiver in den handel voor.

2. Phosphorzure-soda. ($(Na_2H) PO_4 + 12 H_2O$).

Door dubbele keurverwantschap slaat de phosphorzure soda de alcalische aarden en alle oxyden der zware metalen neer. Zij dient voornamelijk tot onderzoeking van de alcalische aarden, wanneer de oxyden der metalen zijn afgescheiden in het algemeen en, na afscheiding van baryt, strontiaan en kalk, na toevoeging van ammonia tot herkenning der magnesia, die onder deze omstandigheden als basisch phosphorzure ammoniak-magnesia neergeslagen wordt.

Men kan ook in vele gevallen phosphorzure ammonia in de plaats van phosphorzure soda gebruiken.

3. Oxalzure- of zuringzure-ammonia. $[(NH_4)_2C_2O_4 + H_2O]$.

Het oxalzuur vormt met kalk, strontiaan, baryt, loodoxyd en andere metaaloxyden onoplosbare of zeer moeielijk oplosbare verbindingen; daardoor veroorzaakt de oxalzure ammonia in de waterige oplossingen

---

[1]) Kleurloos, enkel zwavelammonium.
Geel, meervoudig „ „

dier zouten praecipitaten van daarmee overeenkomstige oxalzure zouten. Voornamelijk tot ontdekking en afscheiding der kalk wordt zij gebruikt. Noch door zwavel–ammonium, noch door zwavelwaterstof mag eene oplossing van oxalzure ammonia troebel gemaakt worden. Op platina gegloeid, moet zij geheel verdampen.

4. Azijnzure-soda ($NaC_2H_3O_2+3H_2O$).

Voegt men azijnzure soda bij een sterker vrij zuur, dan ontstaat een sodazout van het laatste, terwijl azijnzuur vrij wordt. Zij dient hoofdzakelijk om phosphorzuur ijzeroxyd, dat in azijnzuur onoplosbaar is, uit zijne zoutzure oplossing neer te slaan en verder ter afscheiding van ijzeroxyd en aluinaarde, die bij kookhitte door dit zout uit hunne oplossingen worden gepraecipiteerd.

5. Koolzure-soda (Na_2CO_3).

De koolzure soda slaat alle basen met uitzondering der alcaliën als neutrale of basische koolzure zouten neer. Uit zure oplossingen worden die basen, welke als dubbelkoolzure zouten in water oplosbaar zijn, eerst bij het koken volkomen neergeslagen. Vele neerslagen zijn eigenaardig gekleurd en kunnen dus ter herkenning der afzonderlijke metalen dienen. Koolzure soda wordt verder in vele gevallen gebruikt tot verzadiging van vrije zuren.

Koolzure soda is volkomen wit; met salpeterzuur oververzadigd, mag zij niet door chloorbarium en salpeterzuur-zilveroxyde troebel worden, door zwavelcyaanpotassium mag zij niet rood worden, noch bij het verwarmen met molybdeenzure ammonia en salpeterzuur geel kleuren; zij moet met zoutzuur tot droogwordens toe verdampt, bij hernieuwde oplossing in water geen overblijfsel opleveren (kiezelzuur).

6. Koolzure-ammonia (NH_3CO_3).

De koolzure ammonia oefent dezelfde werking als de koolzure soda op de meeste metaal-oxyden en aarden uit, en wordt aan het laatste wel eens voorgetrokken, omdat men daardoor geen vast lichaam in de oplossing verkrijgt. De volkomen praecipitatie geschiedt bij vele oxyden evenzoo; eerst bij het verhitten van de neergeslagen verbindingen lossen zich enkele weer op in eene overmaat van het reageermiddel. Evenzoo lost koolzure ammonia vele oxydhydraten en zwavelmetalen op en geeft ons daardoor een middel aan de hand om de oplosbare van de onoplosbare te scheiden. Koolzure ammonia wordt hoofdzakelijk gebruikt tot afscheiding van baryt, strontiaan, kalk en tot scheiding der magnesia.

Baryt- of zilveroplossing en zwavel-waterstof mogen de oplossing van

koolzure ammonia niet kleuren of daaruit iets neerslaan. Zij moet volkomen verdampen.

7. Dubbelchroomzure-potasch ($K_2Cr_2O_7$).

Zij wordt hoofdzakelijk tot onderzoeking van lood gebruikt; de eigenaardige kleuren der grootendeels moeilijk oplosbare neerslagen, die zij met metaaloxyden geeft, doen die metalen kennen.

8. Molybdeenzure-ammonia [$(NH_4)_2$ MO_2O_7 + H_2O]. in salpeterzuur opgelost.

Het phosphorzuur en arsenikzuur vormen met molybdeenzuur en ammonia eigenaardig gele verbindingen, die in de salpeterzure oplossingen der molybdeenzure ammonia zoo goed als niet oplosbaar zijn. De phosphorzure verbinding ontstaat reeds in de koude, de arsenikzure eerst bij verwarming. De molybdeenzure ammonia is dus een uitmuntend herkenningsmiddel voor deze zuren, voornamelijk tot opsporing van zeer geringe hoeveelheden phosphorzuur in zure, ijzeroxyd, aluinaarde en alcalische aarden bevattende oplossingen.

9. Chloorammonium of salmiak (NH_4Cl).

Chloorammonium wordt veel gebruikt bij de analyse, voornamelijk om zekere oxyden, b. v. mangaan-oxydul, magnesia, — of zouten, b. v. wijnsteenzure-kalk in oplossing te houden, wanneer andere oxyden of zouten door ammonia of een ander reageermiddel worden neergeslagen, en ter onderscheiding van de phosphorzure-ammoniak-magnesia van andere magnesia-praecipitaten. Eindelijk wordt het chloorammonium nog gebruikt om lichamen, die in potasch oplosbaar, in ammonia onoplosbaar zijn, uit hunne potaschoplossingen neer te slaan, b.v. aluinaarde, chroomoxyd. De salmiak zet zich met de potasch om en vormt chloorpotassium, water en ammonia.

Zij moet neutraal zijn, volkomen vervluchtigen bij gloeiing en geene verandering ondergaan met zwavel-ammonium.

10. Ferro-cyaan-potassium [$K_4FeCN)_6$+3 aq].

Het geelbloedloogzout vormt met de meeste metaal-oxyden in water onoplosbare neerslagen, die eigenaardig gekleurd zijn. Voornamelijk voor koper- en ijzeroxyd wordt het gebruikt.

11. Ferri-cyaan-potassium [$K_6(Fe_2(CN_{12})$].

Het roodbloedloogzout zet zich evenals het vorige met metaaloplos-

singen om. Hoofdzakelijk voor ijzeroxydul wordt dit reageermiddel gebruikt.

12. Zwavel-cyaan-potassium (KCNS).

Het zwavel-cyaan-potassium wordt gebruikt om ijzeroxyd aan te toonen, hetwelk het met de grootste scherpte en gevoeligheid aanwijst. De oplossing moet, met volkomen zuiver zoutzuur gemengd, kleurloos blijven.

b. *Zouten der alcalische aardmetalen.*

1. Chloorbarium ($BaCl_2+2H_2O$.).

Baryt vormt met vele zuren oplosbare, met andere onoplosbare verbindingen. De eerste worden dus niet door chloorbarium neergeslagen, terwijl de andere daardoor onderscheiden worden, dat zij uit zoutzure oplossingen met Ba Cl wel neergeslagen worden. De praecipitaten vertoonen tegenover zuren eene verschillende verhouding. Hierdoor kan men zekere zuren bepaald herkennen. In hoofdzaak gebruiken wij het chloorbarium ter bepaling van het zwavelzuur.

Het mag plantenkleuren niet veranderen en zijne oplossing mag door zwavelwaterstof of zwavelammonium niet gekleurd worden. Zuiver zwavelzuur moet al het vuurbestendige gedeelte er uit neerslaan, zoodat de afgefiltreerde vloeistof op platina volkomen verdampt.

2. Salpeterzure-baryt (BaN_2O_6).

Dit zout gebruikt men in plaats van chloorbarium, wanneer men geen chloormetaal in de oplossing wil brengen. Het onderzoek is hetzelfde als van chloorbarium.

3. Koolzure-baryt ($BaCO_3$).

Koolzure baryt ontleedt vele metaaloxyden b. v. ijzeroxyd, aluinaarde, volkomen, zoodat al het oxyd als hydraat en basisch zout neergeslagen wordt, terwijl andere metaalzouten er niet door gepraecipiteerd worden. Het is dus een middel om het een van het ander te scheiden; het wordt ook voor de scheiding van ijzeroxyd en aluinaarde van mangaanoxydul, zinkoxyd, kalk, magnesia, enz. hoofdzakelijk gebruikt. Men moet er echter op bedacht zijn, dat de zouten geen zwavelzure zouten mogen zijn, want daaruit worden ook de laatste basen door koolzure baryt neergeslagen.

Uit de verdunde niet te zure zoutzure oplossing moet al de baryt door zuiver zwavelzuur worden gepraecipiteerd.

4. Zwavelzure-kalk ($CaSO_4$).

Zwavelzure-kalk biedt een gemakkelijk middel aan, wanneer men een zeer verdund kalkzout of zwavelzuurzout gebruiken moet. Als gipsoplossing gebruikt men haar ter ontdekking van het oxalzuur, als verdunde oplossing van een zwavelzuur-zout is zij een uitstekend middel tot onderscheiding van de baryt, strontiaan en kalk.

5. Chloorcalcium (CaCl).

Evenals het chloorbarium werkt het chloorcalcium. Wordt het eene voor de groep der anorganische zuren gebruikt, dan dient het andere voor die der organische zuren, doordien het een gedeelte derzelve wel een ander gedeelte niet neerslaat.

Chloorcalcium-oplossing moet neutraal zijn, mag geen ammonia vrijlaten, wanneer het met potasch of kalk-hydraat in verbinding gebracht wordt en mag met zwavelammonium niet gekleurd worden.

6. Zwavelzure-magnesia ($MgSO_4$).

Zij dient hoofdzakelijk tot herkenning en afscheiding van phosphorzuur en arsenikzuur, daar zij uit de waterige oplossingen dier zouten bij aanwezigheid van salmiak en ammonia bijna onoplosbare dubbelzouten vormt, die door hunne bijzondere eigenschappen zich kenmerken.

Zij moet neutraal reageeren. Met chloorammonium behandeld, mag hare oplossing door koolzure- of oxalzure-ammonia niet gepraecipiteerd worden.

c. *Zouten der zware metaaloxyden.*

1. Zwavelzuur-ijzeroxydul ($FeSO_4 + 7H_2O$).

Dit zout heeft eene groote neiging om in zwavelzuur-ijzeroxyd over te gaan, dus om zuurstof op te nemen. Het is alzoo een krachtig reductiemiddel.

Het moet fraaie, bleekgroene kristallen vormen en mag door zwavelwaterstof niet zwart neergeslagen worden.

2. IJzerchlorid (Fe_2Cl_6).

Het dient voor de verdere groep der organische zuren, die door chloorcalcium niet worden neergeslagen. Het slaat azijnzure en mierenzurezouten in de koude niet neer, barnsteenzurezouten daarentegen wel. De neutrale ijzeroxydzouten dezer zuren lossen met eene sterke roode

kleur in water op. IJzerchlorid is dus een goed middel om ze op te sporen. Het mag geen overmaat van zuur bevatten: eene verdunde hoeveelheid moet dus bij het omroeren met een in salmiakoplossing gedompeld staafje, een neerslag geven, die bij het omroeren niet verdwijnt; met ferri-cyaan-potassium mag het geen blauwen neerslag geven.

3. Salpeterzuur-zilveroxyd ($AgNO_3$).

Het zilveroxyd gaat met vele zuren in water oplosbare, met andere onoplosbare verbindingen aan en dient dus evenals het chloorbarium om de groepen der zuren te onderscheiden.

De meeste der onoplosbare zilververbindingen zijn in salpeterzuur oplosbaar, het chloor-, jood-, broom-, cyaan-, ferrocyaan-, ferricyaan-, en zwavelzilver echter niet. Het is dus een voortreffelijk middel om de waterstofzuren der laatstgenoemde zilververbindingen van de andere zuren te onderscheiden. Uit de oplossing van salpeterzuur-zilveroxyd, die neutraal moet zijn, moet al het vuur-bestendige door zoutzuur worden neergeslagen, zoodat de van het chloorzilver afgefiltreerde vloeistof op een horlogeglas bij verdamping niets overlaat.

4. Azijnzuur-loodoxyd [$Pb(C_2H_3O_2)_2 + 3H_2O$].

Het loodoxyd vormt met zeer veel zuren in water onoplosbare, ten deele bijzonder gekleurde verbindingen.

Het basisch azijnzuur-loodoxyde vormt met organische stoffen in water onoplosbare neerslagen en dient ons hoofdzakelijk tot klaring van de suikeroplossingen. Het wordt gemaakt, wanneer men 1 gewichtsdeel gekristalliseerd azijnzuur–loodoxyde en $^1/_2$ dito loodglid op 5 gewichtsdeelen gedistilleerd water onder herhaald omschudden op eene warme plaats zet en na eenigen tijd filtreert.

De loodsuiker moet in water, waarbij men een of twee druppels azijnzuur gedaan heeft, helder en tot eene kleurlooze vloeistof oplossen. Zwavelwaterstof moet daaruit al het vuur-bestendige neerslaan. Vermengt men de oplossing van loodsuiker met koolzure-ammonia in overmaat, en filtreert men deze, dan mag de oplossing niet blauwachtig schijnen (koper).

5. Zwavelzuur-koperoxyd ($CuSO_4 + 5H_2O$).

Het zwavelzuur-koperoxyd dient ons hoofdzakelijk ter bereiding van het koperproefvocht, waarmee de glucose wordt bepaald. Uit eene kopervitriool-oplossing moet door zwavelwaterstof al het koper worden neergeslagen, zoodat het filtraat door ammonia en zwavelammonium niet troebel wordt. Verder lette men er op, dat de kristallen niet verweerd en goed droog zijn.

6. Platinumchlorid (dubbel-chloorplatinum) ($PtCl_4$.)

Het dubbel-chloorplatinum vormt met chloorpotassium en chloorammonium, niet met chloornatrium, moeielijk oplosbare neerslagen. Het dient dus tot herkenning der ammonia en potasch, en is voor het laatste ons beste reageermiddel volgens den natten weg.

V. Kleurstoffen en indifferente plantenstoffen.

1. Reageerpapier.

a. *Blauw lakmoespapier.*

In het lakmoes, dat in den handel voorkomt, in de waterige oplossing daarvan, en het daarmee gekleurde papier, schijnt de roode kleurstof door de aanwezigheid van alcalische basen blauw. Komt nu een dier blauwe praeparaten met een vrij zuur in aanraking, dan verbindt zich dit met de base, en als gevolg daarvan treedt de eigenlijke kleur van het lakmoes, de roode, te voorschijn. Het lakmoespapier is dus een voortreffelijk middel ter ontdekking van vrije zuren. Zwakke vluchtige zuren kunnen slechts de basen, die de blauwe kleur veroorzaken, voorbijgaande binden; wanneer zij vervluchtigd zijn, treedt de blauwe kleur weer op. Den overgang van blauw in rood veroorzaken ook de oplosbare neutrale zouten der meeste zware metaaloxyden, waarop men dus moet letten.

b. *Rood lakmoespapier.*

Zuivere alcaliën en alcalische aardmetalen, evenzoo de zwavelverbindingen hunner metalen, koolzure alcaliën, alsmede eenige oplosbare zouten met zwakke zuren, bieden aan de lakmoeskleur basen en veroorzaken daardoor de blauwe kleur, die in de blauwe lakmoes bevat is; het roode papier dient ons dus om deze stoffen te herkennen. Ammonia kleurt het roode papier slechts voorbijgaande; bij de vervluchtiging treedt de roode kleur weer te voorschijn.

c. *Curcumapapier.*

Dit dient evenals het roode lakmoespapier tot ontdekking van vrije alcaliën, doordien bij aanwezigheid daarvan de gele kleur van het papier in een bruine overgaat.

De reageerpapieren snijdt men in strookjes van een centimeter breedte en bewaart ze in eene flesch op eene donkere plaats.

2. Reageer-oplossingen.

a. *Indigo-oplossing.*

Wanneer men indigo met salpeterzuur kookt, wordt zij ontleed, terwijl er oxydatie-producten ontstaan van eene gele kleur. Zij dient dus ter ontdekking van het salpeterzuur. Zoo ook kan zij dienen voor de ontdekking van het chloor en chloorzuur.

b. Phenolphtaleïn-oplossing.

Eén deel phenolphtaleïn op 500 deelen alcohol van 90 %.

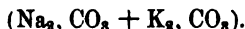
c. Rosolzuur-oplossing (corallin).

Eén deel rosolzuur op 100 deelen alcohol van 90 %.

C. REAGEERMIDDELEN VOLGENS DEN DROGEN WEG.

Van deze hebben wij slechts een enkel nu en dan noodig, de overige moet men in de uitsluitend scheikundige werken opzoeken.

Een mengsel van koolzure-soda en koolzure-potasch.



$(Na_2, CO_3 + K_2, CO_3)$.

Wordt kiezelzuur of eene kiezelzure verbinding met ongeveer 4 deelen koolzure-soda of potasch gesmolten, dan vormt zich een kiezelzuur-alcali, terwijl koolzuur ontwijkt. Het kiezelzuur-alcali is in water oplosbaar en daardoor is men in staat het kiezelzuur van afgezonderde metaaloxyden als hydraat af te scheiden. — Smelt men een vast koolzuur-alcali met zwavelzure baryt, strontiaan of kalk te zamen, dan ontstaan koolzure alcalische aarden en zwavelzure alcaliën, in welke verbinding nu zoowel de base als het zuur van het vroeger onoplosbare zout gemakkelijk aan te toonen is. — Men gebruikt voor het ontleden der onoplosbare kiezelzure en zwavelzure verbindingen echter het bovenvermelde mengsel, omdat dit een veel lager smeltpunt bezit dan de afzonderlijke zouten, waardoor het ontleden der genoemde verbindingen gemakkelijk boven de spiritus-lamp van Berselius of de gewone gasvlam kan geschieden. Men doet dit gewoonlijk in de platinaschaal.

D. REAGEERMIDDELEN VOOR DE MAATANALYSE.

1. Zuiver gekristalliseerd oxalzuur.



$(C_2\,O_4\,H_4)$.

Dit zuur is door Fr. Mohr [1]) als grondslag der alcali- en zuurme-

[1]) Lehrbuch der chem. Anal. Titrirmethode. 2te Aufl. Seite 61.

ting ingevoerd. Het dient verder tot de bepaling van het gehalte eener oplossing aan overmangaanzure potasch, doordien 1 aeq. overmangaanzuur noodig is om 5 aeq. oxalzuur in koolzuur om te zetten.

Men gebruikt het gekristalliseerde zuur.

Het mag niet het minst verweerd zijn, moet in water volkomen oplossen en mag, in een platina-schaal verhit, geen vuurvaste bestanddeelen teruglaten.

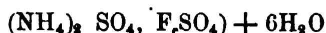
2. Lakmoes-tinctuur.

Men behandelt 1 deel lakmoes met 7 deelen water op een waterbad gedurende een uur, filtreert, verdeelt de blauwe vloeistof in 2 deelen, verzadigt in het eene gedeelte het alcali, doordien men herhaaldelijk met een in salpeterzuur gedompeld staafje omroert, tot de kleur even rood ziet, mengt het andere blauwe gedeelte daarbij en voegt er 1 deel sterken spiritus bij, bewaart de nu goede tinctuur in eene klein niet geheel gevulde flesch zonder de stop er op te doen op eene stofvrije plaats. Wanneer men 100 cM^3 water met wat lakmoes-tinctuur blauw kleurt, in 2 deelen verdeelt, bij het eene een druppel verdund zuur, bij het andere gedeelte een druppel verdunde sodaloog voegt, dan moet de eene helft duidelijk rood, de andere duidelijk blauw zijn.

3. Overmangaanzure-potasch ($KMn O_4$).

Hiervan gebruikt men eene niet te sterke oplossing, die men, omdat zij voortdurend mangaanhyperoxyd afzet, en daardoor haar *titre* verliest, telkens moet nazien.

4. Zwavelzuur-ijzeroxydul-ammonia.



$$(NH_4)_2 SO_4, F_eSO_4) + 6H_2O$$

Dit zout bezit zoowel door zijn eigenschappen van niet te oxydeeren en te verweeren, als door zijn aequivalent gewicht 392, dat juist 7 maal dat van ijzer (56) is, het voordeel, dat men het zeer gemakkelijk voor de titre van de overmangaanzure potasch kan gebruiken.

De oplossing mag, met zwavelzuurhoudend water behandeld, niet door zwavel-cyaan-potassium rood gekleurd worden.

5. Wijnsteenzure potasch-soda of Seignette-zout.

Het Seignette-zout wordt gebruikt bij de bereiding van het koperproefvocht en komt genoegzaam zuiver in den handel voor. Het moet anders door kristallisatie zuiver gemaakt worden.

1. Normaal-oplossingen.

Normaal zwavelzuur 1 Liter = 39.93 g. SO_3 of 48.91 g. H_2SO_4.

Onder voortdurend omroeren giet men 1 maatdeel geconcentreerd zuiver zwavelzuur in 15 maatdeelen water, en bepaalt nadat het mengsel volkomen afgekoeld is, het gehalte aan zwavelzuur op de wijze als bij de analyse van water wordt opgegeven.

10 cM³. gaven als gemiddelde van drie bepalingen 0.43 g. zwavelzuur. Volgens den regel:

$$0.40 : 0.43 = 10 : x$$
$$x = 10.75,$$

moeten dus 10 cM³. van het mengsel tot 10.75 met zuiver water worden aangevuld om normaal zwavelzuur te verkrijgen, bij 1000 cM³. van het mengsel voegt men dus 75 cM³. water, waardoor 1 cM³. = 0.040 zwavelzuur wordt.

Heeft men zich van de juistheid overtuigd, dan vult men de daarvoor bestemde flesch en bewaart de vloeistof goed gesloten.

$\frac{1}{10}$ Normaal zwavelzuur.

Men neemt 100 cM³. van het normaalzuur en verdunt met water tot 1 Liter. 1 cM³. is gelijk 0.0040 g. zwavelzuur, 0.0028 g. kalk of 0.0047 kali.

Oxalzuur normaal	62.90	g.	$H_2C_2O_4 + 2H_2O$ per liter
〃 ¹/₁₀ 〃	6.29	〃	〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 ¹/₁₀₀ 〃	0.63	〃	〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃

10 cM³. der laatste bevatten 0.0063 g. oxalzuur, die 0.00316 g. overmangaanzure potasch noodig hebben, om ontleed te worden door afgifte van zuurstof der overmangaanzure potasch.

Normaal salpeterzuur. 1000 cM³. = 62.89 g. HNO_3.

Men neemt 200 cM³. geconcentreerd zuur van 1.2 S.g. op 1 liter water en stelt op normaal kali of normaal natron in. Daartoe neme men 25 cM³. normaal loog in een porseleinen schaal, verdund met 50 cM³. water, voegt eenige druppels lakmoes-tinctuur bij en laat nu uit de buret het verdunde salpeterzuur toeloopen, totdat de blauwe kleur even in rood overgaat. Is bij verschillende proeven uitgekomen dat men 22 cM³. salpeterzuur voor 25 cM³. normaal loog verbruikt, dan moeten dus 22 cM³. zuur tot 25 cM³. met water aangevuld worden dus op elke 22 cM³. zuur 3 cM³. water bijvoegen; stelt men

$$22 : 3 = 1000 : x \text{ dan is } x = 136.91$$

of rond 137 cM³. water moet men bij 1 liter verdund salpeterzuur mengen om normaalzuur te verkrijgen.

Normaal zoutzuur. 1000 c.M³. = 36.37 g. H.Cl.

Men neemt 200 cM³. zuiver zuur van 1.12 S. g. en 1 liter water en titreert als hierboven bij het maken van normaal-salpeterzuur is aangegeven.

Normaal kaliloog. 1000 cM³. = 47 g.KaOH.

Zuivere kaliloog van 1.15 S. g. verdund met een gelijk volume water, wordt op normaal oxalzuur of normaal zwavelzuur gesteld. 10. cM³. der laatste doet men in een porseleinen schaal, voegt lakmoestinctuur of phenolphtaleïn-oplossing bij en laat uit de buret de loogoplossing toevloeien, totdat kleurverandering intreedt. Worden als gemiddelde van 3 of 4 instellingen 6.8 cM³. loog gebruikt, dan moeten 6.8 loog tot 10 c.M³. met water aangevuld worden of

680 loog + 320 water geven 1 liter normaal-loog.

Kaliloog doet minder het glas aan dan natronloog, waarom aan de eerste de voorkeur wordt gegeven.

Normaal natronloog. 1000 cM³. = 39.96 g. NaOH.

Wordt op dezelfde wijze met zuivere natronloog van 1.15 S. g. gemaakt.

Natuurlijk controleert men de gemaakte normaal-vloeistoffen, zoodat 10 cM³. zuur gelijk zijn aan 10 cM³. loog.

Getitreerde barytoplossing.

Twee honderd vijftig g. caustische baryt worden in 3 a 4 liter kokend water opgelost, de heete oplossing wordt snel gefiltreerd door een groot vouwfilter in eene 10 a 12 L. houdende flesch en wordt verdund na afkoeling tot 10 liter. Men brengt op de flesch een merkstreep tot waar de flesch juist 10 liter inhoud heeft. De meeste spoed wordt aanbevolen, daar door aantrekking van koolzuur en vorming van koolzure-baryt de vloeistof spoedig troebel wordt. Is de vloeistof door schudden goed dooreengemengd, dan verbindt men de flesch op de in het hoofdstuk Soda aangeduide wijze met de buret.

Bij de titrestelling verdunt men 10 cM³. normaal zwavelzuur in een porceleinen schaal met water, voegt er lakmoes-tinctuur bij en laat uit de beschreven buret zoo lang toevloeien tot de roode kleur even in blauw overgaat. De eindreactie is juist bij barytoplossing zeer scherp, daar het neergeslagen bariumsulfaat als witte ondergrond de kleurverandering duidelijk laat waarnemen. Bij titreering met baryt-

oplossing kan men geen Phenolphtaleïn als indicateur gebruiken.

Uit verschillende instellingen neemt men het gemiddelde. Voor 10 cM³. normaal zwavelzuur zijn als gemiddelde 55.5 cM³. barytoplossing ter neutralisatie gebruikt, dan is 1 cM³. baryt $\frac{10}{55.5}$ = 0.18 cM³. normaal zwavelzuur.

$\frac{1}{10}$ Normaal zilveroplossing.

1000 cM³. = 16.955 g. $AgNO_3$.

Lost men 16.955 g. gesmolten zuiver zilvernitraat in 1000 cM³ water op, dan is 1 cM. dezer oplossing = aan
0.00354 g. chloor of 0.00584 g. natriumchloraat.

Kameleon-oplossing tot bepaling der organische stof in water.

0.32 a 0.34 g. zuiver kaliumpermanganaat-kristallen worden in een liter water opgelost. De titrestelling is op blz. 136 opgegeven.

Uraan-oplossing.

Honderd g. zuiver uraan-nitraat worden onder toevoeging van 10 g. zuiver ammoniak-acetaat-kristallen in ± 2³/₄ l. water opgelost en nadat de oplossing eenige dagen in rust gestaan heeft, waarbij meest een kleine hoeveelheid neerslag ontstaat, gefiltreerd. De oplossing wordt in een blauwe flesch of in het duister bewaard. Titrestelling is op blz. 137 opgegeven.

Calciumphosphaat-oplossing als titre der uraan-oplossing.

5 a 6 gr. zuiver droog calciumphosphaat worden met 50 cM³ water aangewreven in een literflesch gespoeld en in zoo weinig mogelijk salpeterzuur heet opgelost. Na afkoeling, met water op 1 liter gebracht, geschud, gefiltreerd en het phosphorzuurgehalte langs gewone weg (zie bij Hoofdstuk VIII Kunstmest, 2 phosphorzuur) nauwkeurig vastgesteld.

Voorbeeld: in 50 cM³ werden in vier proeven 0.104 g. phosphorzuur gevonden, 1 cM³ der calciumphosphaat-oplossing was dus 0.00208 g. phosphorzuur.

Kalium-nitraat-oplossing als titre der Indigo-oplossing.

Men lost 0.1872 g. zuiver gedroogd kalium-nitraat in 1 liter water; 10 cM³. dezer oplossing bevatte 0.001 g. watervrij salpeterzuur.

Indigo-oplossing.

In een glas van 50 cM³. inhoud met een goed ingeslepen stop, waarin 10 g. zuiver door uittrekken met zoutzuur, en zorgvuldig uitwasschen en gloeien gezuiverd grof zand, doet men 1 g. fijn gewreven Indigotine of goede Indigo, schudt dooréén en laat met een pipet 6 à 8 cM³. rookend zwavelzuur toevloeien. Het goed gesloten en toegebonden fleschje laat men onder herhaald krachtig schudden 12 uren op een matig warme plaats staan, waarna men de blauwe vloeistof in 250 cM³. water giet. Naspoelen en filtreeren.

Een gedeelte dezer sterke Indigo-oplossing wordt met water zoo verdund, tot men door een 15 m.m. dikke laag heen kan zien.

Titre wordt gesteld als bij de analyse van water wordt opgegeven.

Barium-chlorid-oplossing als titre der alcoholische zeep-oplossing.

0.519 g. zuiver droge bariumchlorid-kristallen met water tot een liter verdund; 100 cM³. = 0.012 g. kalk.

Zeepoplossing.

Twintig deelen zuivere kalizeep in 1000 cM³. alcohol van 56 %.

2. Proefvloeistoffen.

1: Koperproefvocht (10 cM³ = 0.05 gram glucose.)

Eerst maakt men eene oplossing van 34.64 g. zwavelzuur-koperoxyde (blz. 127) in 140 cM³ gedistilleerd water, dan eene tweede oplossing van 187 g. Seignette-zout in 500 cM³ sodaloog van 1.199 S. g., of 24° Beaumé; beide oplossingen worden op het waterbad bewerkstelligd — de sodaloog in de literflesch, het koperoxyd in eene porseleinen schaal. Is alles opgelost, dan giet men onder herhaald omschudden der sodaloog de koperoplossing langs eene roerstaaf in de literflesch, spoelt eenige malen de porseleinen schaal met water om, zoodat al het koper in de flesch komt, schudt om, vult met water tot aan de streep en laat in een koudwaterbad tot 15° C. afkoelen. Men stelt nu de flesch op eene horizontaal staande tafel en vult nauwkeurig, zoodat de onderkant van de vochtoppervlakte gelijk is met de streep op den hals der literflesch. Men schudt de vloeistoffen heftig door elkander en giet haar over in eene zwartgemaakte flesch.

De pipet, waarmeê men de 10 cM³ opneemt, is door eene gutta-percha stop geschoven, die op de flesch past, waarin het koperproefvocht bewaard wordt.

Het koperproefvocht mag ook na lang staan geen praecipitaat geven, met water in de reageerbuis gekookt, niet troebel worden en 10 cM^3 proefvocht moeten nauwkeurig 0.05 g. glucose aangeven.

2. Verdunde zwavelzuur-oplossing.

Voor de omzetting van rietsuiker in glucose, gebruikt men eene zwavelzuur-oplossing, die in 1 liter nauwkeurig 100 g. $H_2 SO_4$, van 1.84 S. G. bevat. 10 cM^3 = 1 gram zuur.

3. Oxalzuur-oplossing $^1/_{10}$ normaal. 1 cM^3 = 0.0028 g. kalk.

4. Overmangaanzure-potasch-oplossing (Kameleon-oplossing.)

Van het oxalzuur weegt men nauwkeurig 6.3 g., lost met water op tot een liter en van de overmangaanzure potasch ongeveer 3 g. tot een liter vloeistof.

Voor de nauwkeurige waardebepaling meet men 25 cM^3 der $^1/_{10}$ normale oxalzure oplossing in eene flesch, die circa 500 cM^3 inhoud heeft, voegt 200 cM^3 water en 5—10 g. zwavelzuur bij, verwarmt dit mengsel tot 50 à 60° C. en laat uit de blaasburet (blz. 52) zoo lang van de overmangaanzure oplossing inloopen, totdat eene zwakke roode kleur is ingetreden. De verbruikte cM^3 (ongeveer 25) noteert men op de flesch, zij zijn gelijk aan 0.07 g. kalk.

5. Chloorbarium-oplossing, $^1/_{10}$ normaal.

Voor de bepaling van zwavelzuur worden 12.205 g. zuiver chloorbarium tot een liter water opgelost.

6. Neutrale chroomzure-potasch-oplossing, $^1/_{10}$ normaal.

7.378 g. zuivere dubbel-chroomzure-potasch worden in een literflesch met ongeveer 100 cM^3 water opgelost, dan druppelsgewijze zooveel zuivere ammonia, ongeveer 9 g., toegevoegd, tot de oplossing geel schijnt; er is dan neutrale chroomzure-potasch ontstaan. Ten laatste vult men de flesch weder tot de streep.

Brengt men gelijke volumen van 5 en 6 bij elkander, dan mag de vloeistof na het afzetten van den neerslag niet gekleurd schijnen en moet helder afgegoten of gefiltreerd zijnde, door toevoeging van zwavelzuur, niet troebel worden.

7. $^1/_{10}$ Normaal salpeterzuur zilver-oplossing.

10.797 gram zilver in een liter. Het wordt nauwkeurig afgewogen

en in zuiver salpeterzuur opgelost, waarbij men het glas met een concaaf glas bedekt om het spatten te voorkomen. Is alles opgelost, dan spoelt men het dekglas goed af en laat zonder koken op eene warme plaats of in een zandbad tot droogwordens toe verdampen, lost in water op, spoelt met veel afwasschen in de literflesch en vult tot de streep. Men kan ook ongeveer 20 g. zuiver salpeterzuur zilveroxyd in 80 cM³ water oplossen, deze oplossing indampen tot het overblijvende zoo droog als zand is en van dit overblijfsel 17 g. in een liter oplossen.

8. Geconcentreerde neutrale chroomzure-potasch-oplossing.

Als indicator voor de chloorbepaling maakt men deze oplossing door het smelten van 14 deelen zuiver dubbel chroomzure-potasch en 10 deelen salpeterzure-potasch (chloorvrij). Men maakt hiervan eene koude verzadigde oplossing.

9. Eene oxalzure-oplossing van 0.398 g. in een liter.

10. Eene overmangaanzure potasch-oplossing ongeveer 0.35 g. in een liter houdende.

Het vaststellen der titre van de bovenstaande oplossingen 9 en 10 geschiedt als volgt:

Men vermengt 100 cM³ water in eene $^1/_2$ literflesch, voorzien van eenen wijden hals met 5 cM³ der verdunde zwavelzuuroplossing verhit tot het kookpunt en voegt dan van de verdunde kameleon-oplossing uit de glasburet 3 à 4 cM³ toe. De rood gekleurde vloeistof wordt nu 5 minuten gekookt, en uit eene in $^1/_{10}$ cM³ verdeelde buret worden 10 cM³ van de verdunde oxalzure oplossing bijgelaten. Ten slotte voegt men bij de kleurloos geworden vloeistof uit de glas-buret zoo lang kameleon-oplossing toe, tot eene zwakke, blijvende kleuring is ontstaan. De verbruikte kameleon-oplossing is gelijk aan 10 cM³ oxalzuur-oplossing en bevat 2 milligram overmangaanzure-potasch, = 0.505 milligram zuurstof ter oxydatie.

11. Ter bepaling van het phosphorzuur heeft men de 3 volgende oplossingen noodig:

a. Phosphorzure-soda 10.085 g. in 1 liter, 50 cM³ = 0.1 g. PO_5.
b. Azijnzure-soda 100 g. in 900 cM³ water en aanvulling met geconcentreerd azijnzuur tot een liter.
c. Azijnzuur-uraniumoxyd in water. Dit wordt op de phosphorzure oplossing gesteld en zoo verdund, dat 1 cM³ 0.005 g. PO_5 neerslaat. Men begint met 22 g. uraniumoxyd tot een liter op te lossen = 32.5 g. azijnzuur-uraniumoxyd met 2 aeq. of 34 g.

$Ur_2O_3A + 3$ aeq., stelt zijne waarde vast en verdunt daarmee in overeenstemming.

50 cM³ *a* worden in een bekerglas met 5 cM³ *b* vermengd en in het waterbad tot cª 95° C. verhit. Nu voegt men van de uranium-oplossing bij, eerst rijkelijk, dan bij ½ cM³ en onderzoekt na elke toevoeging of de praecipitatie geëindigd is of niet. Hiertoe brengt men een of twee druppels der klare oplossing op eene witte porseleinen plaat en voegt er door middel van een dun glasstaafje een kleinen druppel eener zwak gekleurde geelbloedloogzout-oplossing bij; zoodra er een spoor overtollig azijnzuur-uraniumoxyd aanwezig is, ontstaat eene roodbruine vlek, die men met groote scherpte kan waarnemen. Is deze eind-reactie even ingetreden, dan verhit men opnieuw en herhaalt het onderzoek; ziet men ook nu weer duidelijk de reactie, dan is het onderzoek geëindigd. Was de uraniumoplossing goed, dan had men juist 20 cM³ moeten gebruiken; daar zij echter meer geconcentreerd was, zal men minder b.v. 18.5 cM³ gebruikt hebben. Men verkrijgt dan de juiste sterkte, door bij 18.5 cM³ 1.5 cM³ water te voegen.

E. Diverse oplossingen.

Broom-natronloog.

Honderd g. caustische natron worden met water tot 1¼ liter opgelost. In deze, door koud water afgekoelde oplossing doet men 25 cM³ broom, lost dit door krachtig omschudden op en laat het volkomen afkoelen. Deze broomloog moet in goed gesloten flesschen in het donker bewaard worden.

Aluinaarde-hydraat.

Gewoon aluminiumchloride van den handel wordt met 100 deelen water verdund en daarbij ammonia gevoegd, totdat alcalische reactie intreedt. Het neergeslagen aluinaarde-hydraat wordt door herhaald afzetten met zuiver water uitgewasschen, totdat de vloeistof niet meer alkalisch reageert. Na langen tijd van rust, giet men het bovenstaande water, zoo ver mogelijk af en bewaart het in water gesuspendeerde aluinaarde-hydraat als een dikachtige brij.

Geconcentreerde oplossing van ammonium-citraat.

100 g. gekristalliseerd citroenzuur worden in een bekerglas opgelost in 100 cM³ water en daarbij zooveel ammonia gevoegd totdat eene neutrale oplossing ontstaat, en hierna alles tot 500 cM³ vloeistof met water verdund, gemengd gefiltreerd en de vloeistof in geheel gevulde fleschjes van ca. 150 cM³ inhoud gevuld bewaard.

Verdunde oplossing van ammonia-citraat.

Eén deel der geconcentreerde oplossing verdund men met 2 deelen water.

Gipswater.

Men laat zuivere gips, die goed fijn gepoederd moet zijn, langen tijd onder herhaald omschudden met water staan. De verkregen oplossing wordt gefiltreerd.

Magnesia-mixtuur.

Honderd en tien g. gekristalliseerd zuiver chloormagnesium en 140 g. chloorammonim worden overgoten met 700 cM^3 ammonia-vloeistof van 0.96 spec. gew., na de oplossing wordt het met water tot 2 liter vloeistof verdund, die na eenige dagen rust gefiltreerd wordt.

Basisch lood-acetaat-oplossing.

Op 400 g. loodsuiker en 200 g. loodglid giet men 2 liter warm water. Nadat dit op een warme plaats 12 uur heeft gestaan en herhaald is omschud, wordt het gefiltreerd en bewaart men het filtraat in goed gesloten flesschen.

Lood-acetaat moet een sterke alkalische reactie en een spec. gewicht van 1.25 bij $17\frac{1}{2}^{\circ}$ C. bezitten.

V.

TOEGEPAST GEDEELTE.

In de vorige bladzijden hebben wij de hulpmiddelen leeren kennen, waardoor wij in staat gesteld worden op de vele en verschillende vragen, die in de practijk voorkomen, te kunnen antwoorden, wanneer wij zelven oefening genoeg hebben om die hulpmiddelen behoorlijk te gebruiken. Hoewel het uiterst moeilijk is de toepassing uit een boek te leeren, daar men veel meer door werken en zien werken de behandeling leert, willen wij toch beproeven den beginner behulpzaam te zijn. Van zijn kant worden slechts gevergd eenige geschiktheid in de handgrepen, een gezond oordeel en kennis der decimale breuken en gewone vergelijkingen. Volgt hij nu ook nauwkeurig de regels, die opgegeven worden, dan zal hij in staat zijn al de analysen hieronder aangevoerd, behoorlijk uit te voeren.

Als vaste regel geldt: De beginner moet steeds bij elke nieuwe proefneming vooraf met de zuivere stoffen, waarop hij onderzoeken wil, eene proef nemen; hij is dan zeker van de reacties en verschijnselen en behoeft niet te twijfelen. Ten sterkste raden wij ook aan om de aan het einde opgegeven oefeningen eerst te doorloopen, vóór men eigenlijke onderzoekingen doet van stoffen, die men niet behoorlijk kent of die uit verschillende bestanddeelen zijn samengesteld.

Met het oog op vele gevallen, waarbij eene qualitatieve onderzoeking voldoende geacht wordt, om oplossing te geven omtrent eene of andere vraag, geven wij hieronder vooraf den gang eener volkomen qualitatieve onderzoeking aan voor vloeibare en vaste stoffen, met uitzondering van de zware metalen. [1])

I. Voorloopig onderzoek.

Voor alles lette men op den uiterlijken toestand, waarin de stof, die men onderzoeken wil, zich bevindt: op kleur, vorm, hardheid, reuk, gewicht, enz., daar men hieruit reeds veel kan afleiden. Tevens geve men acht, hoeveel van de stof ter onderzoeking voorhanden is. Men zorge steeds een gedeelte over te hebben, om in twijfelachtige gevallen het onderzoek te kunnen herhalen. Men kan zonder overdrijving toch zuinig zijn, ook al heeft men kilo's stof tot zijne beschikking.

A. *Vloeistoffen.*

1. Men verdampt een gedeelte in een platinaschaaltje of klein porseleinen kroesje en ziet of men een residu houdt en van welken aard dit is.
2. Men onderzoekt met lakmoespapier.

a. Blauw lakmoes wordt rood. Deze reactie kan zoowel door een vrij zuur als door een zuurzout ontstaan. Om deze beide gevallen te onderscheiden, giet men iets van de vloeistof op een horlogeglas en zet er een glazen staafje in, waaraan een weinig van eene koolzure-sodaoplossing zit; blijft de vloeistof helder of lost een ontstane neerslag bij het omroeren weer op, dan doet zich het eerste geval voor; blijft de oplossing troebel, dan het laatste.

b. Rood lakmoes wordt blauw. Dit geeft een vrij- of koolzuur alcali, vrije alcalische aarden, alcalische zwavelverbindingen te kennen.

---

[1]) Zie voor volledige onderzoekingen: Fresenius, Qualitative-chemische analyse, 13te Aufl. Seite 274.

3. Men onderzoekt door den reuk of door distillatie, of de aanwezige vloeistof water, alcohol, aether, enz. is. Is het geen water, dan verdampt men de oplossing tot droogwordens toe en onderzoekt het restant volgens B.

B. *Eene vaste stof, geen metaal zijnde.*

1. Is de stof poedervormig of fijn gekristalliseerd, dan is zij in den goeden toestand om onderzocht te kunnen worden; heeft men echter groote kristallen of vaste stukken, dan moet men ze zoo fijn mogelijk maken.
2. Een glazen buisje 6 cM. lang, 5 mM. wijd smelt men van onderen toe, vult er een weinig van het poeder in en verhit langzaam, eerst boven de kleine gasvlam, later door blazen steeds sterker. Uit de verschijnselen, die zich hierbij voordoen, kan men reeds veel over den aard en de samenstelling van de stof afleiden en heeft men voornamelijk te letten op het volgende:

a. De stof blijft onveranderd: geen organische stoffen, geen waterhoudende zouten, geen smeltbare stoffen, geen stof, die vervluchtigt (met uitzondering van het koolzuur).

b. De stof smelt zonder uitstooting van waterdampen. Ontwikkelt bij sterke hitte een gas (zuurstof) en verbrandt een in het buisje geworpen stukje kool, dan worden daardoor *salpeterzuur* of *chloorzure zouten* aangetoond.

c. Er ontwijkt water, dat in het koudere gedeelte van het buisje neerslaat. De neerslagen zijn 1°. een kristalwater bevattende stof; in dit geval smelt zij in den regel gemakkelijk en wordt na het ontwijken van het water weer vast; (sommige stoffen zwellen op: borax, aluin) — of 2°. ontleedbare hydraten, of 3°. watervrije zouten, die tusschen de kristallen werktuigelijk water hebben ingesloten (zij decrepiteeren dan) of eindelijk 4°. lichamen, waar uitwendig vocht aan kleeft.
De waterdruppels in het buisje onderzoekt men met lakmoespapier. Zijn zij alcalisch, dan is ammonia aanwezig; zijn zij zuur, dan kan een vluchtig zuur (zwavelzuur, zwaveligzuur, salpeterzuur, chloorwaterstofzuur, enz.) aanwezig zijn.

d. Wanneer er verkoling plaats heeft, dan zijn er organische stoffen aanwezig.

Na deze voorloopige onderzoekingen gaat men tot de eigenlijke over. Is zij eene waterige oplossing en reageert ze neutraal, dan kunnen er slechts in water oplosbare stoffen in aanwezig zijn; reageert ze daarentegen zuur en wel als gevolg van een vrij zuur, dan moet men ook op die stoffen letten, die in water niet, in zuren wel oplosbaar zijn.

II. Eigenlijke onderzoeking.

A. *In water oplosbare lichamen.*

1. Bij een gedeelte der waterige oplossing voegt men een weinig zoutzuur en zwavelwaterstofwater, totdat zij er duidelijk bij het omschudden naar riekt; men verwarmt, voegt nog eens een weinig zwavelwaterstofwater bij en laat de oplossing eenigen tijd staan [1]).

a. De vloeistof blijft helder. Men vervolgt met 2, want ijzeroxyd (waarom het ons hier te doen is) is niet aanwezig.

b. Men krijgt een witten neerslag. Deze kan ijzeroxyd zijn. Men onderzoekt met ferro-cyaan-potassium, dat eene prachtige blauwe kleur doet ontstaan.

2. Bij een gedeelte der oorspronkelijke oplossing voegt men salmiakoplossing, voorts ammonia, tot alcalische reactie is ontstaan, en eindelijk, hetzij er door ammonia een neerslag ontstond of niet, een weinig zwavel-ammonium, waarna men verwarmt, wanneer in de koude nog geen neerslag is ontstaan.

a. Geen neerslag. Men vervolgt met 3, want ijzer, aluinaarde en kiezelzuur zijn niet aanwezig.

b. Er ontstaat een neerslag.

a. *Zwart.* IJzeroxydul. Men voegt bij een gedeelte der oorspronkelijke oplossing potasch- of soda-loog. Een vuil groene neerslag verraadt ijzeroxydul, dat aan de lucht blootgesteld spoedig roodbruin wordt. Hiervan overtuigt men zich door ferri-cyaan-potassium; de neerslag is prachtig blauw.

b. *Niet zwart*, maar wit bij het verwarmen; met meer zwavelammonium daarin niet oplosbaar. De neerslag kan zijn: aluinaarde-hydraat, dus aluinaarde of kiezelzuur aantoonende; om dit vast te stellen, voegt men bij de oorspronkelijke oplossing voorzichtig sodaloog, wacht of daardoor een praecipitaat ontstaat, en voegt dan meer loog bij, tot het weer opgelost is.

aa. Ontstond door sodaloog geen neerslag, dan kan men kiezelzuur vermoeden. Men verdampt dan een gedeelte der oorspronkelijke oplossing met zoutzuur tot droogwordens toe en neemt het restant met zoutzuur en water op, waarbij het kiezelzuur onopgelost blijft als een witachtig poeder.

bb. Ontstaat door sodaloog een neerslag, die in overmaat wordt opgelost, dan voegt men bij een gedeelte der alcalische vloeistof een weinig zwavelwaterstofwater; ontstaat hierdoor geen neerslag, dan voegt men bij het restant der alcalische vloeistof chloorammonium

---

[1]) Ontstaat dadelijk na de toevoeging van zwavelwaterstof een neerslag, dan behoeft men niet te verwarmen.

en verhit. Er ontstaat een witte neerslag, in meer chloorammonium onoplosbaar: a l u i n a a r d e aantoonende.

3. Bij een gedeelte der oorspronkelijke oplossing voegt men chloorammonium en koolzure-ammonia, waarbij wat ammoniaoplossing gevoegd is, en verwarmt zachtjes.

a. Ontstaat g e e n n e e r s l a g, dan ga men over tot 4, want baryt, strontiaan en kalk zijn niet aanwezig.

b. Ontstaat een n e e r s l a g, dan kan deze baryt, strontiaan of kalk zijn.

Filtreer den neerslag, wasch met warm water uit, los hem op in verdund zoutzuur, verdamp de oplossing tot droogwordens toe, verwarm de rest met water, filtreer en voeg bij een gedeelte dezer oplossing gips-solutie in rijkelijke hoeveelheid.

A. *Ontstaat na 5—10 minuten geen troebeling*, dan is er k a l k aanwezig. Men overtuige zich door oxalzure-ammonia.

B. *Wordt de oplossing eerst na eenigen tijd troebel*, dan is er s t r o n t i a a n aanwezig. Men overtuige zich door een gedeelte in de gas- of alcoholvlam te gloeien; eene prachtige roode kleur toont strontiaan aan.

C. *Ontstaat dadelijk een neerslag*, dan is er b a r y t aanwezig. Men overtuige zich door kiezelfluoorwaterstofzuur, waarbij een kleurlooze kristallijne, snel naar den bodem zinkende neerslag ontstaat van kiezelfluoorbarium.

4. Bij het gedeelte van 3, waarin men door koolzure-ammonia geen neerslag kreeg, voegt men phosphorzure-soda en nog een weinig ammonia en wrijft de glaswanden met een roerstaafje.

a. G e e n n e e r s l a g: geen magnesia.

b. F ij n e k r i s t a l l ij n e n e e r s l a g: m a g n e s i a.

5. Eenige druppels oorspronkelijke oplossing worden op blank platina verdampt en gegloeid.

a. O n t s t a a t g e e n v a s t o v e r b l ij f s e l, dan onderzoekt men op a m m o n i a, door bij de oorspronkelijke oplossing kalkhydraat te voegen en het daardoor ontstane gas te onderzoeken. Reuk, nevel met azijnzuur, reactie op lakmoes.

b. E r b l ij f t e e n v a s t r e s t a n t: potasch of soda. De oorspronkelijke oplossing wordt sterk geconcentreerd, platinum-chlorid wordt er bij gevoegd, het mengsel omgeschud en met een glasstaaf geroerd.

A. G e e n n e e r s l a g: s o d a.

B. G e l e k r i s t a l l ij n e n e e r s l a g: p o t a s c h.

Om de zuren op te sporen moet men vooraf nagaan, met welke zuren de gevonden basen verbindingen kunnen aangaan.

6. K o o l z u u r in verbinding met de basen vindt men reeds bij 1, evenzoo z w a v e l in den vorm van zwavelmetalen en c h r o o m z u u r. De beide eerste zijn door het opbruisen herkenbaar, terwijl men

het ontwijkende gas aan den reuk kan onderscheiden. Chroomzuur wordt reeds door de gele of roode kleur waargenomen, alsmede door de kleurverwisseling na toevoeging van zwavelwaterstofwater.

7. Men maakt een gedeelte der oplossing met zoutzuur zuur en voegt wat chloorbarium bij. Ontstaat door toevoeging van zoutzuur een geleiachtige neerslag van kiezelzuurhydraat, dan moet men de proef herhalen, nadat men de oplossing sterker verdund heeft.

a. V l o e i s t o f b l ij f t h e l d e r: geen zwavelzuur.

b. W i t t e f ij n p o e d e r i g e n e e r s l a g: z w a v e l z u u r; hij moet niet oplossen, als men meer zoutzuur bijvoegt.

8. Bij een ander gedeelte der oorspronkelijke vloeistof voegt men, nadat men — in geval de reactie een zure is — met ammonia heeft neutraal gemaakt, en nadat men als het noodig is, gefiltreerd heeft, gipsoplossing.

a. E r o n t s t a a t g e e n n e e r s l a g. Geen phosphorzuur, kiezelzuur, oxalzuur.

b. E r o n t s t a a t e e n n e e r s l a g. Men voegt azijnzuur bij.

A. *De neerslag lost gemakkelijk op.* Phosphorzuur of kiezelzuur. Een gedeelte wordt met zoutzuur verdampt tot droogwordens toe en het restant met zoutzuur en water opgenomen. Blijft er nu een onoplosbaar gedeelte, dan is dit k i e z e l z u u r. Blijft er geen overblijfsel, dan voegt men bij de oorspronkelijke oplossing salmiak, zwavelzure-magnesia en ammonia. Een fijne kristallijne neerslag: p h o s p h o r z u u r.

B. *De neerslag lost moeielijk of in het geheel niet op.* O x a l z u u r of f l u o o r z u u r. De oxalzure kalk is poedervormig, het fluoorcalcium vlokkig, geleiachtig.

9. Een gedeelteder oorspronkelijke oplossing wordt met salpeterzuur aangezuurd en dan eene oplossing van salpeterzuur-zilveroxyd bijgevoegd.

a. D e v l o e i s t o f b l ij f t h e l d e r: geen chloor, broom, jood, ferro- en ferricyaan.

b. E r o n t s t a a t e e n n e e r s l a g.

A. *Oranjekleurig.* F e r r i - c y a a n.

B. *Wit of geelwit.* Men behandelt den neerslag, dadelijk, wanneer de base een alcali of eene alcalische aarde is; is zij daarentegen een aardmetaal of een oxyd der zware metalen, dan na het affiltreeren en afwasschen met eene overmaat van ammonia.

AA. Lost niet op: j o o d of f e r r o-c y a a n. In het eerste geval is de neerslag bleekgeel, in het tweede wit geleiachtig.

BB. Lost op: chloor, broom of cyaan. Is het c y a a n, dan ruikt het naar blauwzuur of bittere amandelen. Is het b r o o m, dan kleurt de oorspronkelijke oplossing met chloorwater behandeld geel. Zijn beide niet aanwezig, dan is de neerslag c h l o o r z i l v e r.

10. Bij een weinig der oplossing voegt men voorzichtig zoutzuur, tot even zuur gemaakt is, dompelt een strookje curcumapapier daarin

en droogt dit bij 100° C. Is het ingedompelde gedeelte bruinrood, dan is er boorzuur aanwezig.

11. Salpeterzuur en chloorzuur worden bij de voorloopige onderzoekingen reeds gevonden.

Van de organische zuren zou men op de volgende moeten reageeren.

12. Bij een gedeelte der waterige oplossing voegt men ammonia, tot zij zwak alcalisch gemaakt is, dan chloorcalcium, maar niet te weinig. In het geval de oplossing neutraal of zwak zuur mocht zijn, voegt men vóór het chloorcalcium chloorammonium bij.

a. Er ontstaat geen neerslag, ook niet na het omschudden. Geen oxalzuur of wijnsteenzuur.

b. Er ontstaat een neerslag.

A. *Na eenigen tijd en kristallijn*: wijnsteenzuur.

B. *Dadelijk en fijn poedervormig*: oxalzuur.

13. De vloeistof 12 *a* verhit men tot zij kookt, houdt ze geruimen tijd kokend en voegt nog wat ammonia bij.

a. De vloeistof blijft helder: geen citroenzuur.

b. Zij wordt troebel en zet eenen neerslag af: citroenzuur. (Indien de ammonia koolzuur bevat, zou er een neerslag ontstaan van koolzure kalk, waarop dus gelet moet wordon. Koolzure kalk met zoutzuur lost op onder opbruising, citroenzure kalk niet).

14. De vloeistof van 13 *a* vermengt men met 2 volumen alcohol.

a. De vloeistof blijft helder: geen appelzuur of barnsteenzuur.

b. Er ontstaat een neerslag: appelzuur of barnsteenzuur.

Men verhit een gedeelte der oorspronkelijke stof met salpeterzuur, verdampt tot droogwordens toe, kookt het restant met eene oplossing van koolzure soda, filtreert, neutraliseert *nauwkeurig* met zoutzuur, en onderzoekt een gedeelte dezer oplossing met gipsoplossing, een ander gedeelte met ijzerchlorid. Ontstaat door de eerste een praecipitaat (van oxalzure kalk), dan toont dit appelzuur, een neerslag van de tweede: barnsteenzuur.

15. Een gedeelte der oorspronkelijke oplossing wordt neutraal gemaakt door ammonia of zoutzuur; men voegt dan ijzerchlorid-oplossing bij.

a. Er ontstaat een roodgele neerslag: benzoëzuur.

b. Een duidelijk dieproode kleur der vloeistof, een licht roodbruin praecipitaat zet zich bij het koken af: azijnzuur of mierenzuur. Men verwarmt een gedeelte der vaste stof of ingedampte vloeistof met zwavelzuur en alcohol; de reuk van azijnaether geeft azijnzuur te kennen; wordt er geen azijnzuur gevonden dan is het mierenzuur.

In het voorgaande hebben wij alleen den gang behandeld van in water oplosbare stoffen, met uitzondering der metaaloxyden. Heeft men nu stoffen, die in water onoplosbaar zijn, dan behandelt men die

òf met zoutzuur, òf met salpeterzuur, òf met een mengsel van beide (koningswater). Daar de meeste stoffen, in de suiker-industrie voorkomende, òf in water òf in zoutzuur oplosbaar zijn, en de gang, bij de qualitatieve analyse van in water oplosbare stoffen gevolgd, ook hier van toepassing is, kan deze dienen om de meeste stoffen, waarin belang gesteld wordt, qualitatief te bepalen.

VI.

ANALYSE VAN WATER.

Het water, voor de suikerindustrie van het meeste belang, gebruiken wij uit de rivieren of bronnen.

Het bronwater bevat gewoonlijk veel minerale stoffen, hetgeen men hierdoor verklaart, dat het gevallen regenwater door de aardkorst dringt, en daarbij een groot deel der stoffen opneemt, terwijl de grond, rijk aan koolzuur zijnde, een groot gedeelte daarvan aan het water afstaat, waardoor het oplossend vermogen van het water toeneemt. Meestal is dit water hard, tengevolge van de groote hoeveelheid kalk in opgelosten toestand aanwezig.

Het rivierwater is veel minder van opgeloste stoffen voorzien. Door het stroomen verliest het water koolzuur, en de koolzure kalk wordt neergeslagen. Het rivierwater wordt echter door het afval en de uitwerpselen der steden zóó met organische stoffen overladen, dat het voor verschillende doeleinden niet dan na goede filtratie te gebruiken is, zooals voor het bierbrouwen, de suikerfabrikatie, drinkwater, enz.

Het rivierwater zal dus ten gevolge van de weinige opgeloste stoffen zacht of week water zijn, terwijl het bronwater hard is.

De stoffen, die het water bevat, zijn òf gasvormig òf vast; de laatste blijven bij het afdampen terug.

Het *koolzuur* is van de eerste soort stoffen het belangrijkst, omdat voornamelijk hierdoor de alcalische aarden in oplossing gehouden worden.

Kookt men zulk water, dan ontwijkt het vrije en halfgebonden koolzuur, en de koolzure alcalische aarden praecipiteeren, het water wordt troebel, en uit een hard ontstaat een zacht water.

In dit water zal eene oplossing van kalk in water eenen neerslag veroorzaken, doordien er koolzure kalk gevormd wordt door het vrije koolzuur met de kalk van het kalkwater.

Van deze beide reacties kan men gebruik maken om hard water week te maken, zoodat men het tot voeding der stoomketels gebruiken kan.

De vaste stoffen, die ons voor de industrie het meest belang inboezemen, zijn: koolzure- en zwavelalcaliën, koolzure kalk en koolzure magnesia, koolzuur-ijzeroxydul, zwavelzure-kalk, zwavelzure-magnesia, chloornatrium (keukenzout), kiezelaarde en organische stoffen.

Behalve de hier opgenoemde stoffen bevat het rivierwater dikwijls nog werktuigelijk daarmee verontreinigde stoffen, voornamelijk fijne klei en dikwijls zooveel, dat het water er door troebel wordt. Filtreeren of afzetten helpt in die gevallen het beste.

Om het water te beoordeelen, is het somtijds voldoende, dat men eenvoudig eene qualitatieve onderzoeking onderneemt. Voor dit onderzoek verwijzen wij naar de qualitatieve onderzoeking voor in water oplosbare stoffen. Zie bladz. 141.

Goed water moet helder, kleurloos en reukeloos zijn.

Helderheid en kleur ziet men het gemakkelijkst, wanneer men het water in een hoog cylinderglas van 40 cM. met vlakken bodem op een stuk wit papier zet en van boven naar beneden er doorheen ziet.

Den reuk wordt men het best gewaar, als men 200 cM^3 van het water in een wijdhalzige flesch op 40° C. verwarmt en schudt.

Organische stoffen vindt men, wanneer een gedeelte van het water tot droogwordens toe verdampt, en dan sterk verhit wordt: eerst wordt het restant bruin, dan zwart. Zijn het stikstofhoudende stoffen, dan treedt een reuk als van brandende haren op.

Phosphorzure zouten vindt men, wanneer men 200 cM^3 water ingedampt heeft tot op 10 à 20 cM^3; men voegt hierbij ammonia, laat den ontstanen neerslag afzetten, giet de heldere vloeistof af, lost het praecipitaat in verdund salpeterzuur op en voegt hierbij eene oplossing van molybdeenzure ammonia in salpeterzuur (zie blz. 124).

Quantitatieve onderzoeking.

Voor de industrie bepaalt zich deze analyse tot de vaststelling der gezamenlijke vaste stoffen, het kalkgehalte, het magnesiagehalte, het zwavelzuur en het chloor. De bepaling der hardheid als: totale hardheid en blijvende hardheid.

1. Bepaling der vaste stoffen.

500 of 1000 cM^3 water [1]) worden in een vooraf gewogen platinaschaal (van ongeveer 100 cM^3 inhoud) langzaam hoog boven een klein glasvlammetje verdampt, zoodat het water niet aan den kook komt. Zijn de eerste 100 cM^3 verdampt, dan vult men met de vulpipet van 50 cM^3

---

[1]) Bij water-analysen wordt de cM^3 water = 1 gram genomen, terwijl de resultaten, in 100,000 deelen bevat, (100 gram) worden opgegeven.

iederen keer aan. Doelmatig is het aanbrengen van fijn kopergaas tusschen de vlam en de schaal; de warmte wordt dan beter verdeeld, waarbij men de vlam ook dichter aan de schaal kan brengen. Is de laatste portie water verdampt, dan matigt men de vlam en droogt in het luchtbad bij 180° C. zoo lang, tot het gewicht der schaal standvastig blijft. Wil men nu ook bij benadering het totaal der organische stoffen bepalen, dan gloeit men het restant bij donkerroode gloeihitte geruimen tijd, totdat het restant weer wit geworden is. Na afkoeling bevochtigt men den inhoud der schaal met eene oplossing van koolzure ammonia, om de door het gloeien ontleed zijnde koolzure kalk weer als zoodanig terug te krijgen. Men verdampt bij niet te hooge temperatuur tot droogwordens toe, verhit tot 180° C. en weegt. Het verschil tusschen dit gewicht en het vorige is ongeveer het bedrag der organische stoffen. Het is echter niet raadzaam dit cijfer als organische stof op te geven, omdat een gedeelte der zouten door het gloeien ontleed wordt.

Voorbeeld: 500 cM³ water lieten in de schaal

$$\frac{0.11075}{500} \text{ g. terug} = 22.15 \text{ op } 100.000 \text{ deelen}$$

en door gloeiing werden verloren

$$\frac{0.01085}{500} \text{ g.} = 2.17 \text{ op } 100.000 \quad \text{〃}$$

2. Bepaling der kalk.

100 [1]) cM³ water worden in een kolfje van 300 cM³ inhoud gevuld; 25 cM³ $^1/_{10}$ normaal oxalzuur-oplossing en eenige druppels ammonia bijgevoegd tot zwak alcalische reactie, en dan tot het kookpunt verhit, om den neerslag meer samenhangend (compacter) te maken. Is de vloeistof afgekoeld (in koud water), dan vult men het fleschje tot de streep met gedistilleerd water, flink doorgeschud en door een drogen vouwfilter in een droog glas gefiltreerd. Somtijds zijn de eerste doorloopende droppels nog meer of min troebel; men draagt zorg ze dan telkens opnieuw op den filter terug te gieten, tot de vloeistof helder door den filter loopt.

Van het filtraat worden 200 cM³ in eene groote wijdhalzige kookflesch afgemeten, 10 cM³ geconcentreerd zuiver zwavelzuur daarbij gevoegd en tot op c^a 60° C. verwarmd. Nu laat men zoo lang de oplossing van overmangaanzure-potasch uit de blaasburet vloeien, tot een blijvende zwakke roode kleuring van het water is ingetreden (zie bladz. 135).

De eerste druppels kameleon-oplossing verdwijnen vrij snel, dan steeds langzamer, tot op het einde de roode wolken slechts zeer langzaam

---

[1]) Bij kalkhoudend water 50 cM³.

verdwijnen. Voor de roode kleuring, die blijvend is, trekt men 0,1 cM³ van de verbruikte kameleon-oplossing af. Vermenigvuldigt men de gebruikte cM³ kameleon-oplossing met 1.5, dan heeft men de hoeveelheid voor 300 cM³ water. Door een voorafgaand onderzoek heeft men vastgesteld hoeveel cM³ kameleon equivalent zijn aan 25 cM³ oxalzuur-oplossing. Deze 25 cM³ of de daarmee overeenkomende hoeveelheid kameleon zijn gelijk aan 0.070 g. calcium-oxyd (CaO).

De hoeveelheid kalk in 100 g. water vindt men door berekening der volgende formule:

$$K : V = 70 : x.$$

Hierbij stelt K de hoeveelheid kameleon-oplossing, uitgedrukt in cM³ voor, die noodig zijn om 25 cM³ der oxalzuur-oplossing te oxydeeren, terwijl V het verschil beteekent tusschen deze hoeveelheid en die, welke noodig is voor de in 300 cM³ vloeistof nog aanwezige hoeveelheid oxalzuur.

Voorbeeld:

20 cM³ kameleon-oplossing zijn equivalent aan 25 cM³ $^1/_{10}$ normaal oxalzuur-oplossing, dus ook aan 0,070 g. kalk.

100 cM³ water werden met 25 cM³ $^1/_{10}$ oxalzuur-oplossing behandeld op de hiervoor aangegeven wijze.

Voor 200 cM³ van het filtraat waren noodig 11.8 cM³ kameleon. 300 cM³ zouden dus gebruikt hebben 17.7—0.01 = 17.6 cM³.

Het kalkgehalte van dit water is dus

$$K : V = 70 : x$$
$$20 : 2.4\ (20—17.6) = 70 : x$$
$$x = 8.4.$$

100 g. water bevatten dus 0.0084 g. kalk of 100000 deelen 8.4 deel.

3. Bepaling van het zwavelzuur. [1])

100 à 200 cM³ water worden tot op ca. 50 cM³ ingedampt, in een kookfleschje van 200 cM³ inhoud gevuld met 5 druppels zoutzuur, en tot er geen praecipitaat meer ontstaat, met 10—40 cM³ $^1/_{10}$ normaal chloorbarium oplossing behandeld, en dan eenigen tijd op het kookpunt gehouden. Na de neutralisatie met ammonia voegt men zooveel $^1/_{10}$ normaal chroomzure-potaschoplossing bij in volle cM³, tot de boven den neerslag staande vloeistof duidelijk geel ziet. Nu titreert men uit de fijne buret zoolang van de $^1/_{10}$ chloorbarium-oplossing bij, tot de gele kleur der vloeistof juist verdwenen is, wat men het best

[1]) Zie hiervoor ook: Fresenius, Quantitative chemische analysen S. 326 der 5ten Auflage, waar dezelfde wijze eenigszins gewijzigd wordt opgegeven.

ziet, wanneer het kookfleschje zoo voor het oog tegen een donkeren achtergrond gehouden wordt, dat men den neerslag *niet* ziet.

Wanneer men van het water twee of meer proeven tegelijker tijd neemt, komt men door vergelijking der afzonderlijke proeven spoedig tot een gewenscht einde. Bij deze onderzoeking moet men geduld hebben, tot de neerslag volkomen afgezet is.

Telt men de eerst gebruikte cM^3 chloorbarium-oplossing bij de laatste, trekt men van deze som de cM^3 chroomzure potaschoplossing af en vermenigvuldigt men de rest met 4, dan heeft men de hoeveelheid zwavelzuur in 100000 deelen water.

Voorbeeld:

100 cM^3 water met 10 cM^3 $^1/_{10}$ normaal chloorbarium-oplossing als voren behandeld en daarna 9 cM^3 $^1/_{10}$ chroomzure potaschoplossing, gebruikten ter ontkleuring 1.3 cM^3 chloorbarium-oplossing

$11.3 - 9 = 2.3 \times 4 = 9.2$ deelen zwavelzuur in 100.000 deelen (100 gram).

4. Bepaling van het chloor.

In de meeste gevallen komt het chloor met natrium verbonden als chloornatrium (keukenzout) in het water voor.

Wanneer men bij een neutraal chloormetaal eenige druppels eener neutrale chroomzure-potaschoplossing voegt, dan ontstaat bij toevoeging van eene neutrale zilveroplossing niet eer chroomzuur-zilveroxyd, voor al het chloor als chloorzilver is neergeslagen. Het gevormde chroomzuur-zilveroxyd is bloedrood; men kan dit in eene gele vloeistof gemakkelijk herkennen. Het verdwijnt oogenblikkelijk zoo lang nog een spoor chloor aanwezig is.

50 cM^3 water worden in een bekerglas afgemeten met 2 à 3 druppels eener oplossing van neutrale chroomzure-potasch vermengd en onder omroeren met een roerstaafje zoo lang, uit een in $^1/_{10}$ cM^3 gedeelde buret, der $^1/_{10}$ normaal zilveroplossing toegevoegd, tot de bovenvermelde bloedroode kleur blijvend is. Voor de blijvende kleur trekt men 0.1 cM^3 af van de verbruikte cM^3 zilver-oplossing; vermenigvuldigt men deze met 11.7, dan heeft men de hoeveelheid chloor als keukenzout berekend in 100.000 water.

Voorbeeld: 50 cM^3 water verbruikten 0.3 cM^3 zilver-oplossing.

$0.3 - 0.1 = 0.2 \times 11.7 = 2.3$ deelen keukenzout in 100.000 deelen.

Wil men echter de hoeveelheid chloor absoluut weten, dan vermenigvuldigt men de cM^3 zilver-oplossing met 7.1; in bovenstaand geval dus $0.2 \times 7.1 = 1.42$.

5. Bepaling der totale hardheid en der blijvende hardheid van het water in graden.

Zoo als wij reeds op bladz. 145 opmerkten, wordt de hardheid van

een water door de opgeloste kalk- en magnesiazouten bepaald. Voor de nijverheid is het noodig deze hardheid gemakkelijk te kunnen bepalen, omdat daardoor tevens eenigszins de hoeveelheid kalk, die het water bevat, wordt aangegeven. Men noemt toch de eenheid kalk en magnesia in 100.000 deelen water de hardheidsgraden. Een water dus dat 20 graden hardheid aantoont bevat in 100.000 deelen 20 deelen kalk (CaO) aan koolzuur, zwavelzuur of chloor gebonden.

Door het koken worden de koolzure alcalische aarden gepraecipiteerd en blijven hoofdzakelijk de zwavelzure en chloorzure verbindingen opgelost. Ongekookt water heeft dus eene grootere hardheid dan het gekookte. De eerste hardheid is de totale. Het gekookte water, door gedistilleerd water op zijn vorig volume teruggebracht, en daarvan de hardheid bepaald, geeft de blijvende hardheid aan. Het verschil tusschen beide geeft de tijdelijke hardheid aan; deze komt nagenoeg overeen met de hoeveelheid koolzure kalk.

Om de hardheid van het water te bepalen gebruikt men een getitreerde zeep-oplossing, die als volgt gemaakt wordt:

Twee deelen zuivere potaschzeep worden in 100 deelen alcohol van 0.923 S. g. of 56 volume-percenten en eene tweede oplossing van 0.519 g. chloorbarium met water tot een liter vloeistof opgelost. 100 cM³ dezer laatste oplossing worden in een glas met ingeslepen stop van ongeveer 200 cM³ inhoud afgemeten (op het midden van het glas bevindt zich eene streep, die juist 100 cM³ aangeeft), en nu wordt van de zeep-oplossing uit eene buret bijgevoegd. Na de stop op het glas gezet te hebben, schudt men krachtig om. Zoodra het fijne schuim, dat ontstaat, eenige minuten staan blijft, heeft men genoeg zeep-oplossing gebruikt. Worden voor de 100 cM³ der chloorbarium-oplossing b. v. gebruikt 20 cM³ zeep-oplossing, dan moet men 20 volumen zeep-oplossing met 25 volumen alcohol van 50 percent verdunnen, zoodat men nauwkeurig 45 cM³ zeep-oplossing noodig heeft voor 100 cM³ chloorbarium. Natuurlijk onderzoekt men nogmaals of de verdunde oplossing nauwkeurig is, en of het schuim 5 minuten blijft staan.

Van het water neemt men nu ook 100 cM³. in het stopglas en laat van de zeep-oplossing bijloopen. In het begin kan men de zeep-oplossing vrij snel toe laten loopen, later echter, als het schuim opkomt, gebruikt men 1 à $^1/_2$ cM³ Het schudden moet gedurende het onderzoek op dezelfde wijze geschieden. Men neemt daartoe de stop en den hals van het glas in de rechter-, den voet in de linkerhand en schudt van boven naar beneden.

Men draagt zorg, door eene voorloopige proefneming, vast te stellen, hoeveel men ongeveer van de zeep-oplossing gebruiken moet (door de hoeveelheid gevonden kalk is dit reeds eenigermate vast te stellen). Meer dan 45 cM³ zeep-oplossing moet men niet gebruiken. Is de hoeveelheid kalk groot, dan neemt men 50 of 25 cM³ water in het stopglas en verdunt met gedistilleerd water tot 100.

TABEL XIII,
aanwijzende hardheidsgraden en de daarmee overeenstemmende cM³ zeep-oplossing.

Hardheidsgraden.	cM³ zeep-oplossing.
.0.5	3.4
1.—	5.4
1.5	7.4
2.—	9.4
0.25 graden = 1 cM³ zeep-oplossing.	
2.5	11.3
3.—	13.2
3.5	15.1
4.—	17.—
4.5	18.9
5.—	20.8
0.26 graden = 1 cM³ zeep-oplossing.	
5.5	22.6
6.—	24.4
6.5	26.2
7.—	28.—
7.5	29.8
8.—	31.6
0.277 graden = 1 cM³ zeep-oplossing.	
8.5	33.3
9.—	35.—
9.5	36.7
10.—	38.4
10.5	40.1
11.—	41.8
0.294 graden = 1 cM³ zeep-oplossing.	
11.5	43.4
12.—	45.—
0.31 graden = 1 cM³ zeep-oplossing.	

Men ziet uit bovenstaande tabel, dat de zeep-oplossing niet in dezelfde verhouding toeneemt als de graden der hardheid. Het gebruik der tabel zal wel geene moeite veroorzaken. Zijn de gebruikte cM³ zeep-oplossing in overeenstemming met die, welke op de tabel staan, dan leest men de graden hardheid direct af. In het andere geval telt men het verschil bij of trekt het af van het naast-bij zijnde getal der

tabel, b. v.: 1°. verbruikt zijn 26.2 cM³, dan is de hardheid in graden volgens de tabel = 6.5°. 2°. afgelezen wordt 28.6 cM³ zeep-oplossing, dan is (28.6 — 28) × 0.277 = 0.1662

bij ______ 7.°

dus 7.17°

Of:

(29.8 — 28.6) × 0.277 = 0.3324

dus: 7.5 — 0.33 = 7.17°

Ter bepaling van de blijvende hardheid worden 500 cM³ water in eene literflesch ³/₄ uur gekookt, waarbij men telkens het verdampte water door gedistilleerd water aanvult. Na afkoeling wordt het water in eene ¹/₂ literflesch overgegoten, en de literflesch omgespoeld; het volume wordt nu op 500 cM³ gebracht, doorgeschud en gefiltreerd.

In 100 cM³ van het filtraat bepaalt men den hardheidsgraad, zooals vroeger is opgegeven.

Voorbeeld:

Eene hoeveelheid van 100 cM³ water gebruikte 35 cM³ zeep-oplossing; de totale hardheid bedraagt dus 9°.

Door het koken verloor het water iets van zijne hardheid. 100 cM³ van het gekookte water verbruikten 33 cM³ zeep-oplossing; de constante hardheid bedraagt dus 8.5 — (0.3 × 0.294) = 8.42.

Bepaling van de magnesia.

Het magnesiagehalte in het water is meestal zeer gering. Voor de industrie is het voldoende deze stof te berekenen uit het verschil der gevonden graden der totale hardheid en het kalkgehalte, hetgeen vrij nauwkeurig overeenstemt.

Voorbeeld. Totale hardheid 9.—
kalkgehalte 8.4
Magnesia 0.6

Van de stoffen, die hier zijn aangevoerd en als de belangrijkste in het water voorkomen, geven wij hieronder een overzicht.

100.000 deelen water bevatten:

Vaste stoffen	22.15
Verloren door gloeiing (org. stof, etc.)	2.17
Zwavelzuur	9.2
Keukenzout	2.3
Kalk	8.4
Magnesia	0.6
Totale hardheid	9.—
Standvastige hardheid	8.42

De standvastige hardheid komt nagenoeg overeen met de hoeveelheid kalk, die als zwavelzure kalk (gips) in het water aanwezig is, daar door het koken de koolzure kalk tot op een klein gedeelte na wordt neergeslagen. 100.000 deelen water houden ongeveer 3.5 deel = 2 deelen kalk (CaO) in oplossing.

Door vermenigvuldiging der standvastige hardheid (na aftrek van 2 graden voor de opgeloste koolzure kalk) met 2.43 berekent men het gipsgehalte.

Voorbeeld:

$(8.42 - 2) \times 2.43 = 15.6$

15.6 gips $CaSO_4$ = 9.17 zwavelzuur.

Heeft men nu meer zwavelzuur gevonden, dan is dit meerdere aan soda als zwavelzure-soda gebonden.

Voor de suikerindustrie is het vooral van belang, dat het water niet te veel keukenzout bevat. Ook mag het gipsgehalte niet te hoog stijgen. Het eerste veroorzaakt vochtige suiker bij lage titrage; het tweede bederft het beenzwart.

Chloornatrium mag de 50 in de 100.000 deelen niet bereiken.

Gips mag niet boven de 25 deelen komen.

Het kan somtijds als gezondheidsmaatregel voor de fabriekarbeiders noodig zijn het water nog nader te onderzoeken, voornamelijk als het tot drinkwater gebezigd wordt. Behalve op de reeds genoemde stoffen, moet dan voornamelijk gelet worden op het voorkomen van ammonia-verbindingen en organische stoffen.

Water, dat vele dezer verbindingen bevat, dat sterk gekleurd is of eenen onaangenamen reuk bezit, deugt voor drinkwater niet.

Ammonia-verbindingen vindt men door middel van het reagens van Nessler [1]). Hiervoor vult men 2 buizen van gelijke lengte, die men gebruikt om de kleurloosheid van het water te onderzoeken (blz. 146), met het water, let op de aanwezige kleur van het water en voegt bij het eene glas 20 druppels van het reageermiddel bij, en ziet na het omschudden of eene roode of roodachtige troebeling is ontstaan en of zich een roode neerslag afzet.

Blijven de beide glazen gelijk of is de neerslag kleurloos, dan ontbreken de ammonia-verbindingen.

De quantitatieve bepaling der organische stoffen is bij drinkwater van het hoogste gewicht, omdat men ze als schadelijke bijmengsels moet aanzien, die een nadeeligen invloed uitoefenen, als zij stikstofhoudend zijn. Meestal komen zij door lekken der zink- en beerputten in het water, terwijl door het afval van steden en dorpen de rivieren

---

[1]) 2 g. joodpotassium worden in 5 cM^3 water opgelost, en bij de oplossing onder verdunning zoolang kwikzilver-jodid gevoegd, tot een gedeelte onopgelost blijft. Na afkoeling, met 20 cM^3 water verdund, gefiltreerd en op 20 cM^3 filtraat 30 cM^3 geconcentreerde potaschloog bijgevoegd.

in de nabijheid daarvan ook rijkelijk met organische stoffen bedeeld zijn. Is het water troebel, dan filtreert men het. Indien er infusoriën in worden waargenomen, moet het niet als drinkwater gebruikt worden.

Bepaling van de organische stoffen.

Hiervoor gebruikt men de getitreerde oplossing, bladz. 137 opgegeven, en handelt dan volgenderwijze:

100 cM³ water worden in eene 500 cM³ houdende kookflesch tot ongeveer ²/₃ ingekookt, waardoor de ammonia-verbindingen door de meestal niet ontbrekende koolzure kalk ontleed worden, en dan door gedistilleerd water ten naastenbij op het vorige volume gebracht; 10 cM³ verdund zwavelzuur worden bijgevoegd en tot het kookpunt verhit. Nu voegt men zooveel van de verdunde kameleon-oplossing uit de blaasburet bij, tot de vloeistof duidelijk rood ziet en rood blijft, nadat men nog ca. 5 minuten gekookt heeft. Daarna voegt men 10 cM³ der zeer verdunde oxalzure oplossing bij en titreert de nu kleurloos geworden vloeistof met kameleon tot de zwak roode kleur.

Wat men van de kameleon-oplossing meer gebruikt heeft dan ter oxydatie der 10 cM³ oxalzuur noodig was, komt op rekening van de organische stoffen. Volgens Wood en Kubel worden 5 deelen organische stof door 1 deel overmangaanzure-potasch geoxydeerd [1]). Wil men dus de bijkomende hoeveelheid berekenen, dan moet men de meer verbruikte overmangaanzure potasch in milligrammen met 5 vermenigvuldigen.

Voorbeeld:

100 cM³ water verbruiken 6.8 cM³ kameleon-oplossing, dus 1.2 cM³ meer dan voor oxalzuur noodig was.

5.6 kameleon = 0.002 g. overmangaanzure-potasch, of 0.01 g. organische stof. 1.2 cM³ bevatten dus $\frac{2}{5.6} \times 1.2 = 0.428$ milligram overmangaanzure potasch. Deze geven $0.428 \times 5 = 2.14$ deelen organische stof in 100.000 deelen water, of $\frac{12}{5.6} = 2.14$.

Door gloeiing hadden wij verkregen 2.17 deelen. Zie bladz. 147.

Bepaling van het koolzuur.

Hiertoe gebruikt men het best het toestel van Geisler. De gloeirest in de platinaschaal wordt in dit toestel met een zuur behandeld,

---

[1]) Men begrijpt, dat deze opgave slechts tot vergelijkingspunt kan dienen, daar toch de organische stoffen in het water eene zeer verschillende samenstelling bezitten, en dus ook verschillende hoeveelheden zuurstof ter oxydatie noodig hebben.

waardoor het koolzuur ontwijkt, en het daardoor veroorzaakte gewichtsverlies wordt door weging voor en na behandeling met het zuur genoteerd. Het toestel bestaat uit drie deelen; het kolfje A, met twee halzen, het zuur houdend fleschje B en het dubbel fleschje C. B en C zijn luchtdicht in A sluitend geslepen, evenzoo de glazenbuis *d* bij *e*, die door de kurk *f* op haar plaats gehouden wordt en van boven door een gomlastiek buisje *c* met een klein stukje glasstaaf gesloten is De bovenste opening van C draagt een goed sluitende kurk *g*, waarin het open buisje *h*. Wil men het toestel gebruiken, dan verwijdert men allereerst B en C en doet met een trechter de met een weinig water losgewerkte gloeirest uit de schaal in het fleschje A. Om los te weken en af te wrijven gebruikt men de in fig. 56 voorgestelde gebogen glasstaaf, die aan hare kromming een stukje gomlastieke buis draagt. Men gebruikt zooveel water, tot bij het in elkander zetten van het toestel, het onderste deel van B onder de vloeistof staat. In het deel C doet men nadat de kurk *g* verwijderd is, een kleine hoeveelheid zwavelzuur, om aan het uitstromende gas water te ontrekken; het fleschje B wordt met zoutzuur gevuld, door na verwijdering van de buis *d* met den vinger de onderste opening te sluiten, ongeveer tot op de hoogte door de figuur aangeduid, en dan het buisje *d* weer vast aan te drukken. De onderhangend gebleven druppel wordt zorgvuldig met filtreerpapier verwijderd. Vooraf heeft men alle in elkaar geslepen deelen goed met vet bestreken om een absolute sluiting te verkrijgen. Is het toestel gevuld en in elkander gezet dan wordt het gewogen. Zoodra men nu de buis *d* door een weinig opschuiven bij *c* en *f* oplicht, gaat

fig. 55.

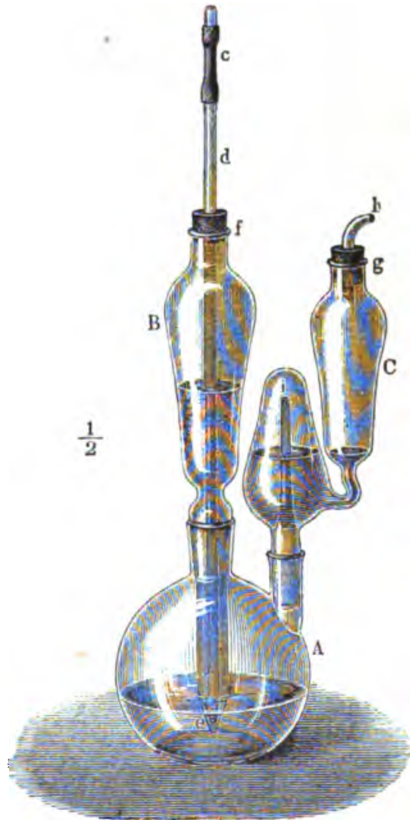


fig. 56.



een deel van het zoutzuur in de flesch A en bewerkt dadelijk eene ontleding der koolzure zouten. Het ontwikkelde gas passeert het zwavelzuur in C en ontwijkt bij *h*, nadat al de meegenomen vochtdeeltjes in het zwavelzuur zijn achtergebleven.

Houdt de gasontwikkeling op, ook bij zachte omzwaaiing van het kolfje, dan laat men eene nieuwe hoeveelheid zuur toevloeien, totdat de geheele ontleding der zouten bereikt is en er geen gasblazen meer door C passeeren. Nu verhit men A voorzichtig boven een klein vlammetje bijna tot het kookpunt om daardoor de door de vloeistof teruggehouden hoeveelheid koolzuur uit te drijven, laat afkoelen en zuigt dan, nadat men het gomlastieske buisje van *d* heeft afgenomen, bij *h* zoo lang lucht door het toestel, tot de aanvankelijke zure smaak geheel verdwenen is. Men weegt opnieuw en het gewichtverschil is gelijk aan het uitgedreven koolzuur.

Bepaling van kiezelzuur, ijzeroxyde en aluinaarde, kalk en magnesia.

De inhoud van het fleschje A koolzuurtoestel, wordt, nadat men de verschillende deelen voorzichtig uit elkander heeft genomen en die welke met de vloeistof in aanraking waren, door de spuitflesch afgespoeld heeft, in de platinaschaal teruggebracht. Door opnieuw te verdampen wordt het kiezelzuur afgescheiden. Men houdt de uitgedampte rest eenigen tijd bij 100° C. in de droogkast, na afkoeling met eenige druppels zoutzuur bevochtigd en met heet water opgelost, en door een kleinen filter waarvan het aschgehalte bekend is gefiltreerd, met heet water afgewasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen als k i e z e l z u u r.

Filtraat en waschvloeistof worden in een klein bekerglas bijna tot het kookpunt verhit en voorzichtig met ammonia tot duidelijke alcalische reactie behandeld; hierdoor praecipiteeren ij z e r o x y d e en a l u i n-a a r d e-h y d r a a t. De heete vloeistof wordt snel heet gefiltreerd, met heet water uitgewasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen. Na aftrek der filterasch is het restant ijzeroxyde en aluinaarde. Scheiding dezer beide heeft weinig nut en wordt zelden gedaan.

In het filtraat wordt de k a l k bepaald op volgende wijze: De vloeistof wordt met azijnzuur sterk aangezuurd, waardoor de afscheiding der magnesiaverbinding verhinderd wordt, en kokend heet zoo lang een oplossing van a m m o n i u m - o x a l a a t toegevoegd als nog een neerslag ontstaat. Zoodra er voldoende hoeveelheid reagens is toegevoegd, slaat het praecipitaat — c a l c i u m - o x a l a a t — spoedig en volkomen neer en wordt dadelijk door een vooraf gedroogd en gewogen filtreerpapier afgefiltreerd. Men kiest hiertoe zeer dicht filtreerpapier, daar anders de filtratie moeilijk gaat en troebel doorloopt. Men wascht met heet water uit, tot de zure reactie verdwenen is, droogt filter en inhoud bij 100° C geruimen tijd en weegt. Het meerdere wat de filter nu weegt is calcium-oxalaat, dat een vaste en gelijkblij-

vende samenstelling bezit: $Ca\ C_2\ O_4 + H_2\ O$. Door vermenigvuldiging van het calcium-oxalaat met factor 0.3836 krijgt men als product de hoeveelheid calcium-oxyde of kalk.

Is de hoeveelheid neergeslagen calcium-oxalaat gering, dan kan men deze over een filter van bekend aschgewicht filtreeren en na droging sterk gloeien, waardoor het oxal- en eindelijk het koolzuur volkomen uitgedreven worden en zuiver calcium-oxyd overblijft, dat dan gewogen, geen omrekening noodig heeft.

Het filtraat der kalkbepaling en waschwater worden ingedampt tot ongeveer 200 cM^3 en in een bekerglas met ammoniak tot sterke alcaliteit behandeld en daarna eene oplossing van natrium-phosphaat toegevoegd. Nadat men het glas bedekt op een koele plaats gedurende minstens 12 uren heeft laten staan, vindt men, ingeval magnesia aanwezig was, een wit kristalachtigen neerslag, die afgefiltreerd wordt, en daar zij oplosbaar in water is met ammoniahoudend water (1 deel ammonia 3 deelen water), uitgewasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen.

De neerslag is een dubbel-zout: magnesium-ammonium-phosphaat, bij het gloeien verliest het ammonium en water en wordt magnesium-pyrophosphaat, waaruit men door vermenigvuldiging met factor 0.3602 de hoeveelheid magnesium-oxyde of magnesia berekent.

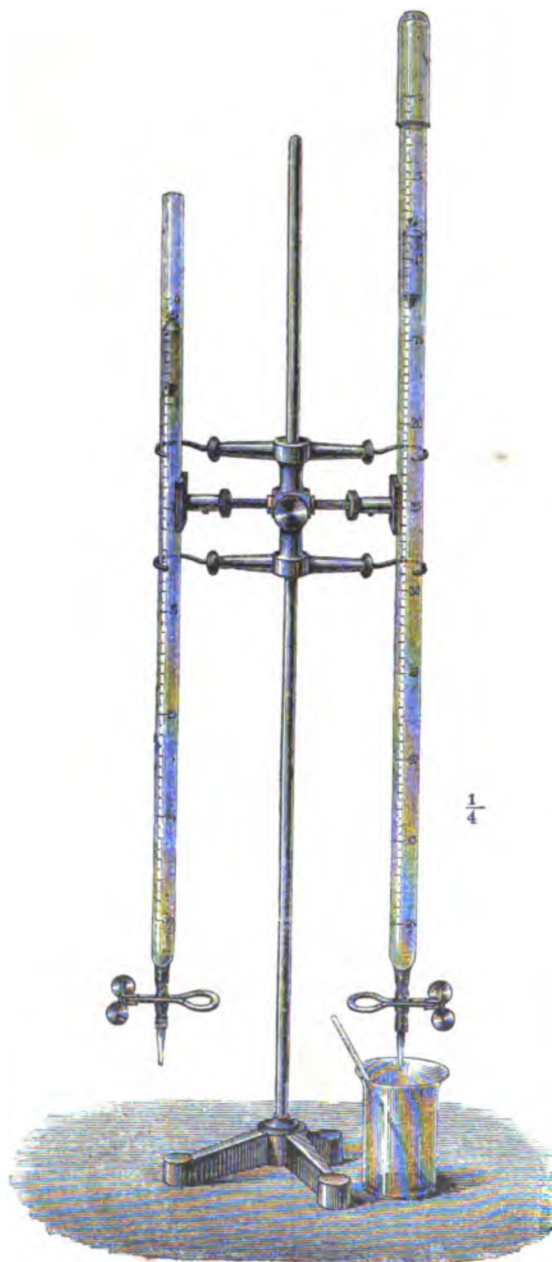
BEPALINGEN VAN ZWAVELZUUR EN ALCALIËN.

1000 cM^3 water, en bij zeer zacht water het dubbele, worden in een niet al te groote porseleinen schaal tot op ongeveer 200 cM^3 ingedampt, onder toevoeging van 5 cM^3 zuiver zoutzuur. Dan spoelt men in een kookflesch en verhit tot kookpunt, waarna men zoo lang druppelsgewijze barium-chloraatoplossing toevoegt, als nog een neerslag ontstaat. Na volkomen bezinking van het gevormde barium-sulfaat filtreert men deze vloeistof door een kleinen filter, waarvan men het aschgedeelte kent, en wel zoo dat de witte neerslag zoo weinig mogelijk geroerd wordt. Daar deze steeds andere verbindingen mee neerslaat, moet men om deze in oplossing te houden, nog een weinig zoutzuur met water op den neerslag gieten, nog eens opkoken en dan op den filter brengen en met heet water goed uitwasschen, drogen, gloeien en wegen.

Het gewicht barium-sulfaat met 0.3432 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid zwavelzuur.

Filtraat en afzoetwater worden in een porseleinen schaal geheel ingedampt om allereerst de vrije zuren te verwijderen; het restant wordt in zeer weinig heet water opgelost dan barytwater (zie blz. 120) bijgevoegd tot de reactie alcalisch is geworden. Hierdoor worden calcium-, magnesium-zouten, ijzer-oxyd en aluinaarde neergeslagen. Deze worden verwarmd, gefiltreerd en met heet water uitgewasschen. Bij het filtraat voegt men een weinig ammoniak en ammonium-carbonaatoplossing zoo lang als

Fig. 57.



nog een neerslag ontstaat, waardoor de overtollige bijgevoegde barium-verbinding als bariumcarbonaat wordt neergeslagen. Opnieuw verwarmd en gefiltreerd bevat het filtraat en waschwater nu nog slechts de chloor-alcaliën en de bijgevoegde ammoniumverbinding.

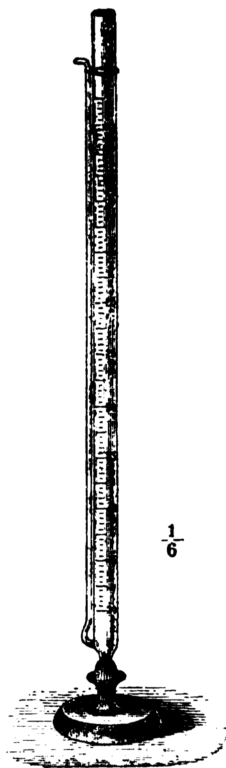
Deze oplossing wordt in een platina-schaaltje tot droogwordens toe afgedampt, en door voorzichtig verhitten van de ammonium-zouten bevrijd. Bij het restant met een weinig heet water opgelost, worden ter verwijdering der laatste sporen kalk eenige druppels ammonium-oxalaat toegevoegd, door een zoo klein mogelijk filtertje gefiltreerd in eene vooraf getarreerde kleine porseleinen kroes of platina-schaaltje en met het spoelwater tot droogwordens toe verdampt, zwak gegloeid en gewogen. Het verkregen meer gewicht is gelijk aan de in het water aanwezige chloor-alcaliën, chloornatrium en chloorkalium.

Daar in bijna alle waters het eerste bijna altijd in veel grootere hoeveelheid dan het laatste voorkomt, kan men zonder groote fout de gevonden alcaliën eenvoudig als chloornatrium opgeven.

CHLOOR.

Dit wordt uitsluitend met een getitreerde $^1/_{10}$ normaal zilver-nitraat-oplossing (zie blz. 135) bepaald. 1 cM³ zilver is gelijk aan 0.00354 g. chloor of 0.00584 g. chloornatrium.

Fig. 58.



De bijvoeging van een neutrale kaliumchromaatoplossing, maakt de waarneming van het einde der proef zeer nauwkeurig.

Bij 200 cM³ van het water (bij sterk chloorgehalte minder) worden in een bekerglas eenige druppels neutraal chromzurekaliumoplossing gevoegd, en daarna uit een in $^1/_{10}$ cM³ verdeelde buret (zie fig. 57) zoo lang druppelsgewijze $^1/_{10}$ normaal zilvernitraat-oplossing onder voortdurend omroeren bijgevoegd, tot de eerst witte of groenachtig schijnende neerslag plotseling een blijvende roode kleur krijgt, dus zoo lang tot het witte chloorzilver, nadat alle chloor is neergeslagen, door de geringste overmaat van zilver in het roode chroomzure-zilver overgaat.

Men vermenigvuldigt de verbruikte cM³ zilver met de bovengenoemde factoren om het aanwezige chloor of chloornatrium te leeren kennen.

ORGANISCHE STOF.

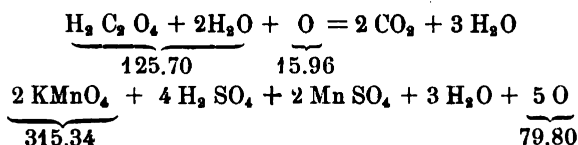
De bepaling der organische stoffen in water geschiedt volgens Kubel [1]) door titreeren met een zeer verdunde kaliumpermanganaatoplossing (kameleon-oplossing) der met zwavelzuur aangezuurde proef. De dieproode kleur van het mangaanzout wordt door de organische stof ontkleurd, ten gevolge van onttrekking der zuurstof. Zoodra dus bij voortdurende toedruppeling de roode kleur blijvend wordt, is de ontleding afgeloopen en dus ook de oxydatie van de organische stof. Door de hoeveelheid bijgevoegde mangaan-oplossing is dan eene maat aangegeven voor de hoeveelheid aanwezige stoffen in het water. Onder

[1]) Kubel-Tiemann, Wasser 1874. S. 104.

chemicaliën vindt men de bereiding der proefvochten opgegeven. Men gebruikt $\frac{1}{100}$ normaal oxalzuur-oplossing (1000 cM³ 0.63 g.) en eene verdunde oplossing van overmangaanzure-potasch en bovendien eene verdunde zwavelzuur-oplossing (in 200 cM³ water worden 100 cM³ zwavelzuur gemengd).

De gemakkelijke ontleding van het mangaanzout door organische stoffen, maakt het noodig dat men een buret geheel van glas gebruikt, zonder eenige gomelastieke verbinding. De in fig. 58 afgebeelde buret voldoet aan dezen eisch. Door de buret schuin te houden, komt de vloeistof uit de zijdelings aangebrachte buis druppelsgewijze te voorschijn.

Volgens de ontledingsformule



$$\underbrace{H_2C_2O_4 + 2H_2O}_{125.70} + \underbrace{O}_{15.96} = 2\,CO_2 + 3\,H_2O$$

$$\underbrace{2\,KMnO_4}_{315.34} + 4\,H_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 3\,H_2O + \underbrace{5\,O}_{79.80}$$

kan men berekenen, dat tot geheele oxydatie van 62.85 g. oxalzuur 7.98 gr. zuurstof noodig zijn, die door de ontleding van 31.53 g. overmangaanzuurkalium geleverd wordt.

Dus zijn voor 10 cM³ de $\frac{1}{100}$ normaal oxalzuur-oplossing, waarin 0.0063 g. oxalzuur aanwezig zijn: 0.0008 g. zuurstof of 0.003153 g. kaliumpermanganaat noodig om ontleed te worden.

De vaststelling der titre van de kameleon-oplossing geschiedt volgens blz. 136 en 154:

De verbruikte cM³ kameleon-oplossing zijn gelijk aan 10 cM³ = 0.0063 g. oxalzuur, en bevatten dus 0.00315 g. kaliumpermanganaat.

De in water oplosbare organische verbindingen zijn zeer verschillend en afwisselend van karakter. Wegens de onmogelijkheid ze afzonderlijk te bepalen, beschouwt men ze ten opzichte van haar oxydatie-vermogen als gelijk en neemt aan dat 1 deel kameleon door 5 deelen opgeloste organische stof wordt ontleed en dus rekent men voor 0.00315 g. kaliumpermanganaat 0.00315 × 5 = 0.0158 deelen organische stoffen.

Om de hoeveelheid in water vast te stellen, worden 100 cM³ water 15 minuten lang gekookt, om ammoniak, indien deze aanwezig is, weg te voeren; dan vult men het verdampt water ongeveer weer bij met heet gedistilleerd water, voegt vervolgens 5 cM³ der verdunde zwavelzuur-oplossing bij en verhit opnieuw, tot het sterk kookt. Dan voegt men van de getitreerde kameleon-oplossing bij, tot een sterk roode kleur is ontstaan, die bij eene koking van 5 minuten niet mag verdwijnen en daarna 10 cM³ der $\frac{1}{100}$ normaal oxalzuur-oplossing. Hierdoor verdwijnt de roode kleur en nu druppelt men zoo lang kameleon-oplossing bij, tot de blijvende zwakroode kleur stand houdt. Trekt men van de ver-

bruikte cM³ kameleon-oplossing af wat voor 10 cM³ $\frac{1}{100}$ normaal oxalzuur-oplossing noodig was, dan zijn de resteerende gebruikt voor de aanwezige organische stoffen.

Voorbeeld. 100 cM³ water worden met 6 cM³ kameleon vijf minuten gekookt. Door toevoeging van 10 cM³ oxalzuur-oplossing geheel ontkleurd en, totdat de zwakke roode kleur weer blijvend kwam, nog 7.7 cM³ kameleon gebruikt, dus in het geheel 13.7; trekt men hier van af wat voor 10 cM³ oxalzuur noodig was = 9.8, dan blijft als rest de voor de oxydatie noodige hoeveelheid organische stof, dus 13.7 — 9.8 = 3.9 cM³. En volgens den regel

$$9.8 : 0.0158 = 3.9\ x$$

$x = 0.00629$ g. de hoeveelheid organische stof in 100 cM³ van het onderzochte water.

Dikwijls komt het voor, dat bij zeer vuil water de vloeistof bij het koken, ongeveer tegen het einde der proef sterk begint te stooten. Men voorkomt dit door eenige korrels zuiver lekzand in het fleschje te doen.

Salpeterzuur.

De qualitatieve analyse van water op salpeterzuur geschiedt het eenvoudigste en zekerste door de reactie met Brucine [1]). Daarvoor gebruikt men de bij hoofdstuk „Chemicaliën" opgegeven brucine-oplossing en zuiver geconcentreerd zwavelzuur. Men kan daarvoor gebruiken het z.g. Engelsch zwavelzuur, doch dit moet vrij van salpeterig-zuur zijn. Men vermengt een druppel zuur met twee druppels brucine-oplossing; komt de rosekleur te voorschijn, dan kan men het zuur zoo niet gebruiken en moet, om het salpeterig-zuur te verwijderen, 25 à 30 cM³ van het zuur met een kleine hoeveelheid poedervormig zuivere zwavel in een fleschje eenige minuten koken; de aanwezige stikstof wordt daardoor volkomen ontleed. Het gezuiverde zuur wordt na eenige rust voorzichtig van de zwavel afgegoten en in een goed gesloten fleschje bewaard. Aan deze kleine hoeveelheid zuur heeft men voor een groot getal onderzoekingen genoeg.

Om water op salpeterzuur te onderzoeken, wordt met een glasstaafje een druppel water op een wit porseleinen schaaltje gebracht, dan twee druppels brucine-oplossing en vijf tot tien druppels zuiver zwavelzuur. Zoodra een rosekleur ontstaat, is salpeterzuur voorhanden. Water, dat 20 à 30 deelen op 100.000 deelen bevat, vertoont onmiddellijk een zeer duidelijke reactie. Wordt het mengsel niet rood, dan verdampt men 2 of 3 cM³ in een klein porseleinen schaaltje op het

---

[1]) Reichard's „Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers, 4te Auflage, S. 143.

waterbad en onderzoekt op dezelfde wijze de met een druppel water bevochtigde droge stof. De kleinste hoeveelheid salpeterzuur wordt op deze wijze merkbaar.

Wanneer een grootere verontreiniging van salpeterzuur de hoeveelheidsbepaling noodig maakt, wordt de methode van Marx [1]), door Trommsdorf [2]) verbeterd, gevolgd. Deze berust op de eigenschap der indigo, om met zwavelzuur in oplossing door salpeterzuur te worden ontkleurd. De hoeveelheid verbruikte indigo-oplossing dient als maat ter bepaling van de hoeveelheid aanwezig salpeterzuur.

Bij „Chemicaliën" is de bereiding der indigo-oplossing vermeld, en deze wordt vooraf door een zuivere kalium-nitraatoplossing van bepaalde sterkte (10.0 cM^3 = 0.001 g. salpeterzuur) gesteld.

Daartoe vermengt men in een klein kookfleschje 10 cM^3 kaliumnitraatoplossing met 15 cM^3 zuiver water en voegt er 50 cM^3 zuiver sterk zwavelzuur bij, terwijl men uit een buret zoolang van de indigo-oplossing laat toevloeien, tot deze niet meer ontkleurd wordt en ten slotte bij eene kleine overmaat een groen-blauwe kleur aanneemt. Het fleschje wordt onder het toedruppelen der indigo-oplossing voortdurend omgeschud. De verbruikte cM^3 zijn gelijk aan 0.001 g. salpeterzuur. Men herhaalt de proef eenige malen, om zich te overtuigen dat men goed gewerkt heeft.

Wanneer men het eerste aantal cM^3 bij de tweede proef in eens er bij doet, zal men gewoonlijk vinden dat men iets meer gebruiken moet, omdat door het langzame bijvloeien de vloeistof afkoelt en daardoor een kleine fout ontstaat. De concentratie kiest men zoo, dat 6 à 8 cM^3 indigo = 0.001 g. salpeterzuur zijn en verdunt dus, ingeval de oplossing sterker mocht zijn.

De hoofdvoorwaarde bij het gelukken der proef is: het snel bijvoegen van het geconcentreerde zwavelzuur, waardoor eene sterke verhitting (100 à 120° C.) der onderzochte vloeistof ontstaat.

Bij de bepaling van salpeterzuur in een gewoon water, neemt men 25 cM^3, daarbij voegt men 50 cM^3 geconcentreerd zwavelzuur en titreert de heete vloeistof met de indigo-oplossing precies als hiervoren is opgegeven.

Worden voor 25 cM^3 water meer dan 30 cM^3 indigo gebruikt, dan neemt men 5 à 10 cM^3 water en verdunt met gedistilleerd water. Uit de verbruikte indigo wordt het salpeterzuur berekend.

Voorbeeld. De indigo-titre was 6.5 cM^3 = 0.001 g. salpeterzuur; bij 25 cM^3 van een water gebruikte men 18.4 cM^3 indigo, dan stelt men:

$$6.5 : 0.001 = 18.4 : x$$
$$x = 0.00283 \text{ g. salpeterzuur.}$$

---

[1]) Zeitschrift für analytische Chemie VII, S. 412.

[2]) ibid VIII, S. 366 und IX, S. 168.

Salpeterig zuur.

Dit wordt alleen qualitatief aangetoond. Daartoe worden 100 cM^3 water met 5 cM^3 zuiver geconcentreerd zwavelzuur vermengd en daarna eenige druppels Jodkalium-stijfsel bijgevoegd; wanneer dadelijk een blauwe kleur ontstaat, is salpeterig zuur voorhanden. Bij zeer geringe hoeveelheid is de kleur zwak violet. Komt kleurverandering zeer langzaam of eerst na eenigen tijd, dan is geen salpeterig zuur voorhanden.

Bereiding van Jodkalium-stijfsel: 1 deel stijfselmeel met 20 deelen water tot een dunne stijfsel gekookt, waarbij men 1 deel Jodkalium voegt.

Ammonia.

De qualitatieve onderzoeking geschiedt gewoonlijk met het reagens van Nessler, een alcalische oplossing van kwik-kaliumjodide. De bereiding vindt men op blz. 153, waar ook de toepassing reeds behandeld is.

Wenscht men eene quantitatieve bepaling van de ammonia, dan wordt volgens de methode Fleck [1]) dezelfde reactie toegepast.

Men neemt 200 cM^3 water — bij zeer kleine hoeveelheden ammonia natuurlijk meer — in een cylinder of hoog bekerglas en doet er 5 à 10 cM^3 reagens van Nessler bij. De neerslag, die al de aanwezige ammonia bevat, zinkt in grove vlokken naar den bodem, wat men nog bevordert door tegelijker tijd een calcium- of magnesiumzout neer te slaan. Daartoe voegt men een kleine hoeveelheid magnesium-sulfaatoplossing bij het water vóór men het reagens er bij doet.

Zoodra na langere rust de vloeistof helder is geworden, giet men die zoovéél mogelijk voorzichtig af en brengt den neerslag op een filter en wascht met koud water, dat vrij van ammonia is, uit, tot de alcalische reactie ophoudt. De filter wordt dan herhaaldelijk met eene oplossing van natrium-hyposulfiet (1 deel zout in 8 deelen water), overgoten, waarin de kwikverbinding oplosbaar is, terwijl het tegelijker tijd neergeslagen magnesium-hydraat op den filter terugblijft.

De oplossing wordt in een klein bekerglas opgevangen, de filter met zuiver water nagespoeld, en men bepaalt hierna het kwik door titreering met een oplossing van zwavelkalium of zwavellever, welke als volgt bereid wordt. Een mengsel van 5 g. gecalcineerde soda, 5 g. droog kalium carbonaat, en 4 g. zwavelbloem wordt in een met deksel gesloten porseleinen kroes tot het rustig vloeit gesmolten.. Na afkoeling voegt men er 10 g. droog natrium-hydraat in water opgelost bij, vult in de literflesch tot den streep en de doorgeschudde gefiltreerde oplossing wordt in goed gesloten flesschen bewaard. Voor de titre maakt men eene oplossing van 6.770 g. zuiver droog

---

[1]) Zie Kubel-Tiemann Anleitung S, 87.

kwikchloride in 1 liter water. 20 cM³ daarvan zijn gelijk aan 0.1354 g. kwikchloride en aan 0.100 g. kwikzilver. Men vermengt 20 cM³ der laatste oplossing met ongeveer 15 cM³ eener oplossing van 1 deel natrium-hyposulfiet in 8 deelen water en laat uit een buret, bij aanhoudend roeren, zoolang van de zwavellever-oplossing toevloeien, totdat een druppel uit het bekerglaasje genomen, en op loodpapier gebracht, een bruinen ring veroorzaakt.

De gebruikte cM³ zijn gelijk aan de in 20 cM³ aanwezige 0.1354 g. kwikchloride = 0,100 g. kwikzilver. Men laat hiervan uit een buret druppels toevloeien, zoolang als er nog een zwarte vlokkige neerslag van zwavelkwik ontstaat, en onderzoekt met tusschenpoozen de vloeistof met lood-acetaatpapier, door met een dunne glasstaaf een kleinen druppel op het papier te brengen. Zoodra al het kwik als zwavelverbinding is neergeslagen, ontstaat dadelijk eene zwarte vlek op het papier van zwavellood, en deze reactie toont dus het einde der proef aan.

Het aantal cM³ verbruikte zwavellever-oplossing is gelijk aan de hoeveelheid kwik en daarmee ook het oorspronkelijk neergeslagen kwikjodide-jodammonium. 1 deel kwik = 0.0426 deelen ammonia.

Berekening en samenstelling der water-onderzoeking.

Zooals reeds vroeger is opgemerkt, wordt gewoonlijk het resultaat opgegeven op 100,000 deelen van het onderzochte water. In enkele gevallen worden de bestanddeelen opgegeven per liter in grammen. Daartoe heeft men de volgende getallen slechts met 10 te vermenigvuldigen, omdat 100,000 deelen gelijk zijn aan 100 g. of $\frac{1}{10}$ liter.

Het totaal gewicht aan minerale bestanddeelen is het verschil tusschen de uitdamprest en het gloeiverlies.

Chloor berekent men op chloornatrium, doch lette hierbij op het vermelde bij de bepaling van alcaliën.

Gewoonlijk stemt het getal overeen met de directe bepaling der chlooralcaliën. Zijn echter meer chlooralcaliën direkt gevonden, dan bij de chloor-bepaling gerekend werden aanwezig te zijn, dan voegt men het overschot van natrium aan zwavelzuur gebonden in de berekening. Is het chloor en zwavelzuur beide niet toereikend om alle natrium te binden, dan wordt de rest als natrium-carbonaat in rekening gebracht.

Wat van het gevonden zwavelzuur niet door natrium in beslag genomen wordt, rekent men als gips (calcium sulfaat); het overschot aan kalk en magnesia worden als carbonaten in het resultaat gebracht. De directe koolzuur-bepaling dient als maatstaf.

Kiezelzuur, aluinaarde en ijzeroxyde worden direct zooals zij gevonden zijn opgegeven, evenals de stikstofverbindingen (salpeterzuur, salpeterig-zuur en ammonia) en de opgeloste organische stoffen; ten slotte de hardheidsgraden.

Eindelijk voegt men aan het resultaat nog toe de uiterlijke ken-

teekenen van het onderzochte water: smaak, kleur, reuk, helderheid, troebelheid en mechanische verontreinigingen, welke men ook quantitatief kan opgeven door een bepaalde hoeveelheid met behulp van een vooraf gedroogden en gewogen filter te filtreeren en na drooging weer te wegen.

Eerst na waarneming van al deze omstandigheden is uit de opgaven der scheikundige onderzoeking een oordeel omtrent de al of niet bruikbaarheid van het water, af te leiden.

Een uitgewerkt voorbeeld mag hierbij tot opheldering dienen:

1000 cM³ gefiltreerd water ingedampt
Platina-schaal + rest 66.0770 g.
Platina-schaal 65.3840 „
Totaal der vaste stoffen **0.6930** g.

Na het gloeien en herhaalde behandeling met koolzuur-ammonia woog de
platina-schaal + rest 65.9810 g.
platina-schaal 65.3840 „
dus vuurvaste stoffen **0.5970** g.

en 0.6930 g.
— 0.5970 „
= **0.0960** g. gloeiverlies.

In de gloeirest werd volgens den gang der analyse gevonden **0.2180** g. koolzuur en na aftrek der filterasch:

0.0012 g. kiezelzuur.
0.0021 „ ijzeroxyde en aluinaarde.

De neergeslagen oxalzure kalk woog 0.8022 g. × 0.3836 is
= **0.3077** g. kalk.

Magnesium-pyrophosphaat werd = 0.0130 g. gevonden, wat met factor 0.3602 × 0.0130 geeft
= **0.0047** g. Magnesia.

1000 cM³ water met zoutzuur tot een klein volume verdampt en met barium-chlorid behandeld geeft 0.1537 g. bariumsulfaat; factor is 0.3432 × 0.1537
= **0.0527** g. zwavelzuur-anhydrid
en in het filtraat werden
0.0107 g. chlooralcaliën
gevonden.

Bij de chloorbepaling waren voor **300** cM³ water 5.5 cM³ $^1/_{10}$ normaal-zilver gebruikt 5.5 × 0.00354 = 0.00195 g. chloor, dus in 1000 cM³
= **0.0065** g. chloor.

100 cM³ water op de aangegeven wijze met kameleon-oplossing getitreerd gebruikten 15.3 cM³ waarvan voor
het oxalzuur moet worden afgetrokken 9.8 „
5.5 cM³,
dus voor de oxydatie der organische stoffen:

$$\frac{5.5 \times 0.0158}{9.8} = 0.00886 \text{ g. organische stof}$$

in 100 cM³, dus in 1000

0.0886 g. opgeloste organische stof.

25.0 cM³ water werden op salpeterzuur onderzocht. (De titre der indigo-oplossing was 6.5 = 0.001 g. salpeterzuur). De blauwe kleur kwam na toevoeging van 2.2 cM³ indigo-oplossing te voorschijn, men berekent dus

6.5 : 0.001 = 2.2 : x

x = 0.00034 g. salpeterzuur

1000 cM³ water zouden dus bevatten:

0.0136 g. salpeterzuur.

Salpeterigzuur was slechts als sporen aanwezig. Ammonia kon niet aangetoond worden.

Bij de bepaling der totale hardheid werden voor **25.0** cM³ water 30.9 cM³ zeepoplossing gebruikt. Volgens de tabel op bladz. 151 is dit 7.8°, dus op 100 deelen berekend 7.8 × 4 is

= **31.2°** totale hardheid.

100 cM³ gekookt water gebruikte 16.1 cM³ zeepoplossing om een blijvend schuim te verkrijgen.

Dus gaf dit

3.8° blijvende hardheid,

en als verschil

27.4° tijdelijke hardheid.

Op 100.000 deelen water hebben wij dus de volgende, door de analyse verkregen getallen verkregen

59.70 deelen minerale stoffen
9.60 „ gloeiverlies
69.30 deelen totaal aan vaste stoffen

en daarin:

21.80	deelen	koolzuur
0.12	„	kiezelzuur
0.21	„	ijzeroxyde en aluinaarde-hydraat
30.77	„	kalk
0.47	„	magnesia
5.27	„	zwavelzuur
1.07	„	chlooralcaliën
0.65	„	chloor

die men nu, op de vroeger aangegeven wijze tot zulke verbindingen omrekent, als zij natuurlijk in het water voorkomen.

Chloor, met den factor 1.6503 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid chloornatrium: 1.6503 × 0.65 = 1.073, wat met de gevonden chlooralcaliën in dit geval precies overeenstemt.

Het gevonden zwavelzuur is daarna aan calcium te binden om als calcium-sulfaat of gips in rekening te worden gebracht. Hiervoor dient

1.6996 × 5.27 = 8.957 deelen gips. Ook hier is het verschil tusschen het gewicht van het zout en het daarin aanwezige zwavelzuur-anhydrid gelijk aan het gewicht van het oxyde (zie analyse der asch van melasse enz.), in ons geval dus 8.957 gips — 5.27 zwavelzuur-anhydrid = 3.687 kalk; dit bedrag wordt van de gevonden hoeveelheid kalk afgetrokken. De rest 30.770 — 3.687 = 27.083 wordt op calcium-carbonaat omgerekend. Daarvoor dient de factor: 1.7856 × 27.083 = 48.359 deelen calcium-carbonaat en daarin 48.359 — 27.083 = 21.276 koolzuur-anhydrid.

Magnesia wordt op magnesium-carbonaat omgerekend ingeval, zoo als hier, het zwavelzuur en chloor door calcium en natrium geheel gebonden zijn. De factor daarvoor is 2.100

0.47 × 2.100 = 0.987 magnesium-carbonaat

en daarin 0.987 — 0.47 = 0.517 koolzuur-anhydrid.

Deze hoeveelheid en die, welke aan kalk gebonden gerekend werd, opgeteld geeft 0.517
+ 21.276
= 21.793 koolzuur,

welk cijfer met de direct gevonden hoeveelheid koolzuur moet stemmen.

De overige getallen worden niet omgerekend en zooals zij gevonden zijn genoteerd in de analyse-opgave.

Alle resultaten worden tot op twee decimalen afgerond en ongeveer als volgt opgegeven.

Resultaat der water-analyse:

100.000 deelen bevatten in gefiltreerden toestand:

		0.12	deelen	kiezelzuur
		0.21	„	ijzeroxyd en klei
Minerale stoffen	59.70 deelen	48.36	„	calcium-carbonaat
Gloeiverlies	9.60 „	8.96	„	calcium-sulfaat (gips)
Totaal der vaste stoffen	69.30 deelen	0.99	„	magnesium-carbonaat
		1.07	„	chloornatrium
		59.71	deelen	minerale stoffen.

Opgeloste organische stof . . .	8.86	deelen
Salpeterzuur	1.36	„
Salpeterigzuur	sporen	„
Ammonia	0	„

Totale hardheid 31.2°
Blijvende „ 3.8°

Het water was bijna helder, zonder kleur, reuk of smaak en liet bij het filtreeren slechts een zeer kleine hoeveelheid kleideeltjes terug.

VII.

ANALYSE VAN DEN BOUWGROND. [1]

De stoffen, die wij in de planten en vruchten aantreffen, zijn, vooral wat de mineraalstoffen betreft, door de planten uit den grond opgenomen. De bouwgrond, namelijk dat gedeelte, tot waar de wortelvezels der planten reiken, bestaat uit verschillende lichamen en stoffen. Hij is niet overal hetzelfde en niet alle planten of gewassen kan men op denzelfden grond telen. Het is duidelijk, dat eene nauwkeurige kennis van de samenstelling van den grond belangrijk is, in zooverre die kennis ons in staat stelt te beoordeelen, of in den grond, dien wij onderzoeken, al die stoffen aanwezig zijn, die in de plant, welke wij daarop wenschen te verbouwen, voorkomen. De bouwgrond is een werktuigelijk mengsel van zeer verschillende stoffen; daarom zou eene volledige scheikundige onderzoeking ons nog geen uitsluitsel geven omtrent zijne vruchtbaarheid. Men zou slechts de gewichten der in den grond aanwezige stoffen leeren kennen, zonder voldoende opheldering of de grond genoegzaam los en poreus was, enz. Daar de werktuigelijke en physische vragen hier niet behandeld kunnen worden, zullen wij alleen de voornaamste bestanddeelen opgeven en vaststellen.

Eene volledige onderzoeking van den grond is wellicht de moeilijkste op het gebied der scheikunde. Zeer verschillende bepalingen moeten verricht worden, omdat anorganische en organische stoffen aanwezig zijn.

Nu is het echter geen vereischte, om over de waarde van den grond te kunnen oordeelen, dat men eene volledige analyse onderneemt, daar eene nauwkeurige bepaling van enkele bestanddeelen voldoende is om in het algemeen een oordeel te vellen.

Keuze en monstertrekking van den grond.

Als bouwgrond rekent men de bovenste laag aarde tot eene diepte van 30 cM., terwijl de ondergrond de daarop volgende laag tot eene diepte van 60 cM. uitmaakt. Wil men den bouwgrond of den ondergrond van eene bepaalde plaats onderzoeken, dan moet men een vierkante opening graven van ca 30 cM^2 met loodrechte zijden en een zooveel mogelijk horizontaal grondvlak. Men neemt nu eenen gelijkmatigen, dikken loodrechten steek van een der zijvlakken als monster; op gelijke wijze neemt men een gedeelte des ondergronds. Moet de analyse als doorsneê van een groot stuk land gelden, dan neemt men op verscheidene plaatsen eveneens monsters.

---

[1]) Zie v. Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, Bd. II, S. 65. — Fresenius, Quantitative chemische Analysen, S. 863, — Fr. Mohr, Lehrbuch der Titrirmethode, S. 477.

Gemakkelijker is het misschien, een blikken koker van 4 cM. diameter en 85 cM. lengte te gebruiken, die van 10—10 cM. verdeeld is in decimeters. Door zijn boveneinde zijn twee openingen, die recht tegenover elkander staan en waardoor men een ijzeren staaf steekt, die als handvatsel dient. Het geheel is dus een soort van boor. Wanneer men met deze boor loodrecht in den grond boort, zal een cylindervormig stuk aarde daarin blijven zitten, dat men gemakkelijk oplichten en door middel van een stok uit de boor kan verwijderen. Zoo kan men, altijd in dezelfde opening de boor plaatsende, tot op 80 cM. den ondergrond zonder veel moeite onderzoeken. De monsters laat men volkomen luchtdroog worden, waartoe men ze in den zomer in eenen vlakken bak op eene droge plaats zet, des winters in een droogkastje bij 30—50° C. warmte.

Het geheele monster wordt nu met de hand fijn verbrokkeld of met een houten stamper gewreven en door eene zeef geslagen, waarvan de openingen zoo groot zijn, dat erwten er doorvallen. De gezifte aarde weegt men, eveneens het terugblijvende deel. Van den geziften grond neemt men ruim 1 KG. en van het op de zeef terugblijvende $^1/_2$ KG. en bewaart deze aardsoorten in goed sluitende stopflesschen. Van de luchtdroge aarde bepaalt men de vochtigheid door eene bepaalde hoeveelheid grond in eene porseleinen schaal op een waterbad te drogen en daaruit het gewichtsverlies in percenten te berekenen van de luchtdroge aarde bij 100° C.

Eene nieuwe hoeveelheid van ongeveer $^1/_2$ KG. doet men in eene metalen pan, zet deze op een waterbad en droogt volkomen, terwijl men te gelijk de aarde volkomen fijnmaakt. Den gedroogden grond doet men in droge stopflesschen. Uit deze flesschen weegt men de verschillende hoeveelheden af, die men voor de analyse noodig heeft. In een klein bekerglas doet men telkenmale eene hoeveelheid en weegt hiervan 1—5 of 10 g. af. Het restant uit het bekerglaasje doet men weg, omdat dit allicht vochtigheid uit de lucht heeft aangetrokken. Bij de analyse van bouwgrond denke men er aan dien steeds te nemen, vóórdat de grond bemest is. Versch gemeste grond moet nooit ter analyse genomen worden.

Koolzuurbepaling.

Men weegt 5 of 10 g. droge aarde nauwkeurig af en doet ze in de ontwikkelingsflesch van den volgenden toestel.

Eene kookflesch van c^a 300 cM^3 inhoud draagt een dubbel doorboorde stop, waar in de eene doorboring eene S-vormig gebogen trechterbuis steekt, die tot op den bodem der flesch reikt; de andere doorboring der kurk draagt eene rechthoekig gebogene buis, die met vier U-vormige buizen, verbonden is. De eerste die wij *a* zullen noemen, is met stukjes gesmolten chloorcalcium in het linker, het rechter met stukjes puimsteen gevuld, dat met watervrij kopervitriool doortrokken en

overtrokken is. Dit been is verbonden met een klein U-vormig buisje *b*, dat glasstukjes en 5—10 druppels zwavelzuur bevat; dit buisje is weer verbonden met eene grootere U-vormige buis *c*, die voor $^7/_8$ met ongeveer 20 gram grofkorrelige sodakalk, en in het uiterste einde voor $^1/_8$ met grof chloorcalcium gevuld is. Eindelijk draagt een vierde U-vormig buisje *d* in het buitenste been sodakalk, in het binnenste chloorcalcium. De verschillende buizen zijn door caoutchouc verbonden. Het opstaande been der S-vormige trechterbuis kan door eene guttapercha-verbinding met een trechtertje of met eene sodakalk bevattende buis verbonden worden.

a dient om het ontwijkende koolzuur van waterdamp en koolwaterstof te bevrijden; in *b* ziet men den gang der gasontwikkeling; *c* neemt door de sodakalk het ontwikkelende koolzuur geheel op en gaat door het chloorcalcium een verlies van water uit hetzelve tegen (de sodakalk verwarmt zich bij de opneming van het koolzuur). *d* dient als veiligheid voor *c* tegen indringende buitenlucht. De stoppen van *b*, *c* en *d* zijn met lak dichtgemaakt.

Nadat men de stof gewogen en in de ontwikkelingsflesch gedaan heeft, waarbij men wat water doet, weegt men op de fijne balans de buizen *b* en *c* te zamen, noteert het gewicht en verbindt de verschillende deelen van den toestel. De ontwikkelingsflesch komt op een statief met een ring, waarop een stukje kopergaas gelegd is, de buis met sodakalk der S-vormige trechterbuis wordt in een ander statief vastgeklemd, en de U-vormige buizen worden op doelmatige wijze opgehangen. De trechter wordt nu op het opstaande been gezet en in de bocht worden een of twee druppels kwikzilver gedaan, zoodat de buis daardoor even gesloten is. Men giet nu door den trechter gewoon verdund zoutzuur (1 deel zuur, 1 deel water) en maakt, door zachtjes aan het uiteinde der buis *d* te zuigen (met eene guttapercha-buis), dat kleine hoeveelheden zuur in de ontwikkelingsflesch komen. Dadelijk begint de gasontwikkeling, die men aan de doorstroomende blazen in *b* kan waarnemen, en die men door langzaam te verwarmen, bevordert. Begint de gasontwikkeling op te houden, dan trekt men opnieuw eenig zuur in de ontwikkelingsflesch. Is eindelijk al het koolzuur uitgedreven, dan giet men eenige malen warm water door den trechter en zuigt dit in de flesch, om het laatste spoor zuur, dat in de S-vormige buis misschien een weinig koolzuur heeft opgenomen, in de flesch te krijgen. Nu neemt men den trechter af en verbindt met de sodakalk-buis, verhit den inhoud der ontwikkelingsflesch tot het kookpunt, en zuigt ongeveer het zesvoudige volume der ontwikkelingsflesch aan lucht door den toestel. Dit geschiedt het gemakkelijkst met een aspirator, dien men van eene groote flesch met hevel maakt of met de waterstraal-luchtpomp. Dadelijk verwijdert men de ontwikkelingsflesch van *a*, laat *c* volkomen afkoelen, verwijdert de U-vormige buizen en weegt *b* en *c* te zamen. De gewichtsvermeerdering dezer buizen be-

antwoordt nauwkeurig aan de hoeveelheid koolzuur in de onderzochte aarde. De resultaten zijn zeer nauwkeurig en overeenstemmend. Het buisje *b* wordt na het gebruik aan beide einden gesloten, en kan zeer dikwijls gebruikt worden. Ook de buis *c* kan zonder nieuwe vulling nogmaals dienen.

Voorbeeld:

buizen *b* en *c* na de opname van koolzuur	25.1655
〃 *b* en *c* voor 〃 〃 〃 〃	24.9132
gewichts-toeneming in grammen	0.2523

Afgewogen aarde 5 g.

$$5 : 0.2523 = 100 : x \text{ of}$$

$$x = \frac{25.23}{5} \text{ of } x = 5.046\ \%\ \text{koolzuur.}$$

Bevat een grond veel vrij koolzuur of koolzure zouten, dan kan men het koolzuur ook volumemetrisch bepalen in den toestel van Dr. Scheibler, zie blz. 96. Daar wij bij het onderzoek van beenzwart uitvoerig op dezen toestel en zijn gebruik terugkomen, moeten wij voor 't oogenblik daarheen verwijzen.

Bepaling van het chloor, het ijzeroxyd, de kalk en de magnesia.

Door het humuszuur worden de meeste neerslagen troebel; hierdoor is men genoodzaakt bij een gedeelte van den grond het humuszuur te vernietigen en dan op de rij af de vier bovengenoemde stoffen te bepalen.

a. Chloor. Het chloor, hier hetzelfde als keukenzout, kan men niet met water uittrekken. Behandelt men het met koolzure soda, dan krijgt men eene sterk gekleurde vloeistof, waarin men niets duidelijks kan waarnemen. Men weegt daarom 10 g. aarde af, doet ze in eenen platina-kroes en bevochtigt ze met een geconcentreerde oplossing van zuivere potasch-salpeter, laat langzaam geheel uitdrogen en verhit tot gloeiing. Onder eene zachte glimming verbranden alle organische stoffen. Na afkoeling bevochtigt men de stof met water, spoelt in een bekerglas, tot de kroes genoegzaam schoon is en laat afzetten zonder te filtreeren. Is het opstaande vocht helder geworden, dan giet men het voorzichtig af en doet nogmaals water op de stof, laat het helder worden en giet het af. Terwijl de gewone aarde zeer moeielijk klaart, gebeurt dit bij de met salpeter gegloeide aarde snel en gemakkelijk. De heldere vloeistof verzadigt men met azijnzuur en verdampt tot droogwordens toe. Na het oplossen bepaalt men het chloor met chroomzure potasch door $\frac{1}{10}$ zilver-oplossing volgens blz. 159.

Elke cM^3 zilver = 0.005846 g. chloor-natrium of keukenzout, en = 0.003546 g. chloor.

b. IJzeroxyd. De uitgeloogde stof behandelt men met zoutzuur en laat die onder bedekking met een concaaf glas geruimen tijd koken, zoodat kalk, magnesia, ijzeroxyd en aluinaarde opgelost worden. Men filtreert, wascht uit en oververzadigt zwak met ammonia, voegt nu azijnzure ammonia en zooveel vrij azijnzuur toe, tot de vloeistof duidelijk zuur reageert. De blijvende geel-witte neerslag, die zich bij matige verwarming het gemakkelijkst afscheidt, is phosphorzuur-ijzeroxyd. Dit wordt afgefiltreerd, heet uitgewasschen, gegloeid en gewogen.

$$\begin{array}{lr} Fe_2O_3 = & 80 \\ PO_5 = & 71 \\ \hline & 151 \end{array}$$

Voorbeeld voor de berekening van het ijzeroxyd.

$$\begin{array}{lr} \text{Kroes} + Fe_2O_3,\ PO_5 & 18.7153 \\ \text{Kroes ledig.........} & 18.6865 \\ \hline Fe_2O_3,\ PO_5 = & 0.0288\ g. \end{array}$$

$$151 : 80 = 0.0288 : x \text{ of } x = \frac{80 \times 0.0288}{151}$$

$$x = 0.0152\ Fe_2O_3.$$

$$5 : 0.0152 = 100 : x$$

$$x = \frac{1.52}{5} = 0.304\ \%\ \text{ijzeroxyd.}$$

c. Kalk. Het filtraat van het ijzeroxyd behandelt men met oxalzure ammonia; de door het filtreeren en afzoeten zuiver gemaakte oxalzure kalk lost men in zuiver salpeterzuur op en bepaalt het daarin aanwezige oxalzuur met kameleon.

$$1\ cM^3\ \frac{1}{10}\ \text{kameleon} = 0.0028\ g.\ \text{kalk}$$

$$\text{oxalzuur} \times 0.444 = \text{watervrije kalk.}$$

Voorbeeld: Titre van de kameleon = 21.8 cM^3 = 0.1575 oxalzuur = 0.07 g. kalk. Voor de blijvende roode kleur gebruikte men 53 cM^3 kameleon.

$$21.8 : 0.07 = 53\ x$$

$$x = \frac{0.07 \times 53}{21.8} = 0.17\ g.\ \text{kalk.}$$

$$5 : 0.17 = 100 : x$$

$$x = \frac{0.17 \times 100}{5} = 3.4\ \%\ \text{kalk.}$$

d. Magnesia. Het filtraat der oxalzure kalk wordt met salmiakoplossing en ammonia in overmaat behandeld. Dan vermengt men de heldere vloeistof met eene oplossing van phosphorzure soda in overmaat, roert voorzichtig, zonder de wanden van het glas te ra-

ken, om en laat de vloeistof 12 uren goed afgedekt staan, zonder verwarming. Men filtreert, brengt den neerslag op den filter en spoelt de laatste deelen met een stompe veer en een gedeelte van het filtraat op den filter. Nadat volkomen afgedruppeld is, wascht men den neerslag voorzichtig zoo lang uit, met een mengsel van 3 deelen water en 1 deel ammonia van 0.96 S.g., totdat eenige druppels, met salpeterzuur en salpeterzuur-zilveroxydoplossing behandeld, slechts eene zwakke troebeling (opaliseerend) vertoonen. Men droogt nu volkomen, brengt den neerslag in eene platina-schaal, gloeit eerst met opgelegd deksel, dan langen tijd zeer matig, ten laatste zeer sterk. Het filtrum, waarvan men zoo weinig mogelijk gelaten heeft, verbrandt men aan den platinadraad, doet de asch in de schaal, gloeit nogmaals, laat afkoelen en weegt als $2MgO,PO_5$. Bij nauwkeurige opvolging verkrijgt men hoogst nauwkeurige resultaten.

Voorbeeld:

Kroes + 2 MgO, PO_5 + filterasch	21.897
Kroes	21.883
2 MgO, PO_5 + filterasch	0.014
filterasch	0.002
2 MgO, PO_5	0.012

2 MgO = 40
PO_5 = 71
111

$$111 : 40 = 0.012 : x.$$

$$x = \frac{40 \times 0.012}{111} \text{ of } x = 0.043 \text{ g.}$$

2 MgO of 0.043 g. MgO.

$$5 : 0.043 = 100 : x.$$

$$x = \frac{43}{5} = 0.86\ \%\ \text{Magnesia.}$$

Bepaling der organische verbindingen.

Humuszuur, humuskool (humine). Van de voorvrucht blijven in den grond meest wortels, stengels en bladeren terug, die voor eene volgende ontwikkeling dienen. Al deze stoffen gaan door zelfontleding en opneming van zuurstof in koolzuur over, dat door de groeiende plant slechts als *zoodanig* (d. w. z. als koolzuur) wordt opgenomen. De houtvezel gaat door inwerking van lucht en water over in bruine lichamen, die eene zwakke zure verhouding vertoonen tegenover alcaliën, en tot eene langzame verbranding en koolzuur-ontwikkeling overhellen. Men onderscheidt onder deze bruine stoffen twee wijzigingen. De eerste is oplosbaar in eene verdunde, warme koolzure-sodaoplossing en draagt

den naam van *humuszuur*, *huminezuur*, *geïnezuur*. De tweede vorm is niet in koolzure-, maar wel in zuivere alcaliën onder verwarming oplosbaar. Men heeft deze stof den naam van *humine-humuskool* gegeven. FRESENIUS geeft aan, beide stoffen quantitatief vast te stellen. Eerst kookt men den grond met koolzure soda, filtreert en slaat neer door bijvoeging van zoutzuur tot zwak zure reactie, dan kookt men de rest met bijtende potasch, filtreert opnieuw en praecipiteert opnieuw met zoutzuur. De in beide gevallen verkregen neerslagen worden op gedroogde gegewogen filters verzameld, uitgewasschen en gedroogd, en door de toeneming van het gewicht des filters wordt de hoeveelheid gevonden. Deze bepalingen kenmerken zich daardoor reeds als onnauwkeurig, omdat de vloeistof, die men filtreert, meestal zeer geel gekleurd is en men dus een gedeelte der stof niet meerekent.

Al deze stoffen gaan echter vrijwillig over in koolzuur; het is dus doeltreffend ze direct in koolzuur om te zetten en als zoodanig te bepalen.

Wanneer men 10· g. drogen grond met 5 g. dubbel-chroomzure-potasch goed dooreenmengt en het mengsel in een gewoon reageerbuisje doet, en dit langzaam met eene gaslamp verhit, kan men al de organische stoffen in koolzuur omzetten, zonder dat er organische verbrandingsproducten gevormd worden. De volgende handelwijze ter bepaling van het koolzuur uit de organische stoffen is hierop gebaseerd.

Nadat men het vrije koolzuur in den op blz. 169 beschreven toestel heeft bepaald, zet men den toestel weer in elkander, zooals vóór de weging, maar voegt vooraf 5 g. dubbel-chroomzure-potasch in de ontwikkelingsflesch en verwarmt opnieuw, waardoor het vrijkomende chroomzuur het humuszuur ontbindt. Ten laatste zuigt men lucht door en weegt de buizen *b* en *c*; de vermeerdering in gewicht is het uit de organische stoffen gevormde koolzuur.

Bepaling der ammonia.

De ammonia komt in den grond gedeeltelijk reeds gevormd en door de poreuze stof gebonden, gedeeltelijk als nog niet ontlede organische stof voor, waaruit door ontleding al de stikstof als ammonia vrij wordt.

Wil men de gevormde ammonia bepalen, dan bedient men zich van den volgenden eenvoudigen toestel.

Hij bestaat uit eene kleine kookflesch, die door eene dubbel doorboorde stop gesloten is. Door die stop steekt 1° eene omgekeerde pipet, van 20 cM^3 inhoud, gevuld met potaschloog, wier uitvloeispits, waarover een caoutchoucbuisje geschoven is, naar boven gericht en door eene klemkraan gesloten is en wier andere einde recht tot op den bodem van het fleschje reikt; 2° eene tweemaal rechthoekig gebogene buis met ongelijke beenen, waarvan het korte been in de stop van de kleine flesch steekt, en waarvan het lange been in die van eene groote flesch tot bijna op den bodem reikt. De tweede doorboring der

groote flesch draagt een recht chloorcalcium-buisje, gevuld met glassplinters, die bevochtigd zijn met eene afgemeten hoeveelheid van het titrezuur (normaal salpeterzuur), waarvan een gedeelte ook in de groote flesch afvloeit. De groote flesch bevat evenzoo eene afgemeten hoeveelheid van 10 cM^3 proefzuur en eene goede hoeveelheid water. De kleine flesch bevat de ammonia-houdende stof en staat op een draadnet, waaronder eene lamp. Wil men de ammonia in eene enkele bewerking bepalen, dan doet men zooveel water in de groote flesch, dat al de ammonia tot eene zeer verdunde oplossing opgenomen kan worden. Men doet 10 g. aarde met een weinig water en een stukje was in de kleine flesch, stelt den toestel samen en laat uit de pipet, door het openen der klemkraan, potaschloog toevloeien, terwijl men tegelijkertijd de lamp aansteekt. Door sterk koken wordt al de ammonia uitgedreven. Het overkoken der vloeistof wordt zorgvuldig vermeden door reguleering der vlam en door blazen op den hals der kookflesch. De gasleidingsbuis is eenigszins naar de kookflesch gebogen, zoodat de vloeistof in de kookflesch concentreert, waardoor eene volkomen omzetting verkregen wordt. Men ziet onder de gasleidingsbuis in de groote flesch het door lakmoes rood gemaakte zuur nu en dan blauw, en door omschudden weer rood worden. Is er te weinig zuur, of heeft men slechts water in de groote flesch, dan blijft de vloeistof blauw. In het bovenste gedeelte van het buisje met glassplinters legt men een stukje rood lakmoespapier. Zoolang dit niet blauw wordt, is er geen ammonia verloren gegaan. Bij eene voorzichtige bewerking zal dit ook niet gebeuren. Het is doelmatig het koken nu en dan te staken, waardoor de opneming van de ammonia bevorderd wordt.

De groote flesch bevat eindelijk, als de ammonia geheel uitgedreven is, òf eene roode vloeistof met vrij zuur, òf eene verdunde ammonia-oplossing. Men opent den toestel eerst na verloop van een uur, nadat men de buis met glas door water heeft afgespoeld in de groote flesch. Is de vloeistof blauw, dan bepaalt men direct met proefzuur de ammonia volgens de methode van Gay-Lussac, tot het verdwijnen der blauwe kleur. Is echter zuur voorhanden en de vloeistof rood, dan bepaalt men het vrije zuur met normaal alcali-oplossing tot de violette kleur. Men trekt de gereduceerde waarde van het alcali van de gereduceerde waarde van het zuur of, als zij normaal zijn (1 cM^3 zuur = 1 cM^3 alcali), zonder meer van elkander af en berekent de rest van het zuur als ammonia.

$$1\ cM^3 \text{ zuur} = 0.017 \text{ g. ammonia.}$$

Wil men de geheele hoeveelheid der in den grond bevatte stikstof als ammonia bepalen, dan wrijft men 10 g. aarde met 10 g. sodakalk in een mortier goed dooreen, vult in eene verbrandingsbuis en ontwikkelt de ammonia volgens Varrentrapp en Will. [1]) Men

---

[1]) Zie hierover Fresenius, Quantitative Analyse. 5 Aufl. Seite 601.

vangt de gevormde ammonia in zoutzuur op, verdampt tot droogwordens toe en bepaalt het chloor van de salmiak met chroomzure-potasch en zilveroplossing (zie blz. 159) [1]).

Zwavelzuurbepaling.

10 g. aarde wordt met eene geconcentreerde oplossing van potaschsalpeter bevochtigd, in de platina-schaal gedroogd en gegloeid. Eerst met water aangeweekt, spoelt men haar in een bekerglas en voegt sterk zoutzuur bij, laat minstens 12 uren staan om op te lossen, filtreert en wascht met heet water uit, totdat de afloopende vloeistof door salpeterzuur-zilveroplossing niet meer troebel gemaakt wordt. Men verwarmt en voegt voorzichtig chloorbarium bij, laat op eene warme plaats afzetten, filtreert, wascht met warm water uit, droogt, gloeit en weegt. De filter moet afzonderlijk verbrand en gewogen worden. Restant = BaO, SO^3 = Barium-sulfaat.

Voorbeeld:

Kroes + BaO_3 SO_3 + filterasch	15.1731
Kroes	15.1417
	0.0314
filterasch	0.0020
BaO, SO_3	0.0294

BaO = 76.5
SO = 40.

$$116.5 : 40 = 0.0294 : x$$

$$x = \frac{40 \times 0.0294}{116.5} = 0.0101 \ SO_3 \ g.$$

$$10 : 0.0101 = 100 : x$$

$$x : 0.101 \ \% \ SO_3$$

Alcaliën.

In sterke gloeihitte smelt men de aarde met baryt en chloorbarium samen, stoot de gesmolten massa tot poeder, lost op, filtreert en slaat met zuivere en koolzure-ammonia volkomen neer. Men filtreert nu opnieuw, verdampt in eene platina-schaal tot droogwordens toe en verdrijft de salmiak door gloeien. Men verdampt het restant met chloorplatinum in een waterbad, trekt de chloorplatina-potasch met wijngeest uit of met eene verzadigde oplossing van chloorplatinum-potasch, filtreert, droogt en weegt als chloorplatinum-potasch.

Phosphorzuur.

De doelmatigste bepaling van het phosphorzuur in het salpeteruittreksel van den grond is het neerslaan met molybdeenzure-ammonia

[1]) Zie voor stikstof-bepaling het hoofdstuk „Kunstmeststoffen."

volgens L i p o w i t z [1]). De molybdeen-oplossing wordt als volgt klaargemaakt. Men lost 2 deelen zuiver molybdeenzuur, 1 deel wijnsteenzuur met 15 deelen water in eene kookflesch door zachte verwarming op. Dan voegt men 10 deelen ammonia van 0.97 S g. toe en ten laatste 15 deelen salpeterzuur van 1.2 S.g. Na volkomen vermenging verwarmt men de vloeistof tot kokens toe en filtreert na afkoeling. Deze proefvloeistof blijft helder bij toevoeging van zuren en bij koking en wordt alleen door phosphorzuur neergeslagen. Voor de bepaling van het phosphorzuur weegt men 25 of 50 g. aarde af, verwarmt die in eene porseleinen schaal met salpeterzuur zoolang tot al de phosphorzure zouten in oplossing zijn, filtreert, wascht uit en verdampt eenigermate tot kleiner volume in eene porseleinen schaal. Het neerslaan geschiedt in eene porseleinen schaal, omdat de neerslag zich sterk aan de kanten der glazen zet. Voor elke 25 g. aarde brengt men ongeveer 8 à 10 cM^3 molybdeen-vloeistof tot het kookpunt, voegt er het salpeterzuur-uittreksel bij, verhit nog eenigen tijd en laat afzetten. Men onderzoekt nu in eene kleine hoeveelheid afgegoten vloeistof, of door de molybdeenzuur-oplossing nog een neerslag ontstaat. Men doet dit in een reageerbuisje en wacht geruimen tijd, voor men een oordeel uitspreekt. Ontstaat ook na langeren tijd geen neerslag, dan is al het phosphorzuur neergeslagen en laat men het een nacht over staan; men verzamelt den neerslag op een' gewogen filter, wascht met zeer verdund salpeterzuur en ten laatste met water af, droogt bij gemiddelde temperatuur ten laatste in den exsiccator en weegt. Naar zeer overeenstemmende onderzoekingen van L i p o w i t z en anderen bevat deze neerslag 3.6 % phosphorzuur (PO_5). Ofschoon deze kleine hoeveelheid in verhouding van het verbruikte molybdeenzuur ongunstig is, wordt daardoor eene groote nauwkeurigheid voor de bepaling van het phosphorzuur verkregen.

25 g. tuinaarde veroorzaakten eenen gelen neerslag, die 0.623 g. woog: 100 g. zouden dus 2.592 g. gegeven hebben en deze bevatten

$$\frac{3.6 \times 2.592}{100} = 0.093312 \text{ \% } PO_5$$

VIII.

KUNSTMESTSTOFFEN.

ALGEMEEN OVERZICHT.

Onder den naam van kunstmeststoffen verstaat men, in tegenoverstelling van den natuurlijken stalmest en de frissche, dierlijke of menschelijke uitwerpselen, zulke stoffen, die een of meer der voor de planten noodige

[1]) Poggendorff's Annal. Bd. 109 S. 145 uit F. Mohr's Lehrbuch.

voedingsstoffen, in geconcentreerden vorm en in een doelmatige scheikundige verbinding bevatten.

Deze stoffen bestaan gedeeltelijk uit onmiddellijk bruikbare natuurvoortbrengselen, zooals Peru-guano en Chili-salpeter, deels uit fabrikaten daarvan, zooals beenderenmeel, superphosphaten en kalipreparaten.

Onder de stoffen, die de planten gedurende hun groeitijd aan den bodem onttrekken, en voor de vorming van nieuwe organen gebruiken, nemen hoofdzakelijk drie, stikstof, phosphorzuur en kali, de grootste plaats in. In een hoeveelheid, welke die van de overige plantenvoedingsstoffen verre overtreft, vormen zij de hoofdbestanddeelen van het bedrag dat aan het veld ontnomen wordt, en door dit verlies wordt de grond na een reeks oogsten arm aan deze kostbare stoffen. De vervanging van deze drie is dus het meeste noodig om voortdurend rijke oogsten te krijgen, en daarom zijn het ook juist deze drie stoffen, die bij de meeste der kunstmeststoffen hun beteekenis en geldswaarde uitmaken en bepalen.

De werkzaamheid van een meststof is deels afhankelijk van de hoeveelheid der daarin voorkomende plantenvoedingsstoffen, deels van de scheikundige, deels van de mechanische hoedanigheid.

Behalve een rijkelijk voorhandenzijn moet de voedingsstof ook een vorm hebben, die het aan de plant mogelijk maakt, dezelve door middel van zijn wortels op te nemen, de stof te kunnen assimileeren; en deze opneming wordt door een fijne verdeeling, meest in een drogen poederachtigen vorm, bevorderd en bespoedigd.

Men heeft kunstmeststoffen, die phosphorzuur, stikstof en kali bevatten; andere bevatten de beide eerste, vele slechts een van deze bestanddeelen. De scheikundige onderzoeking bepaalt zich dus bijna slechts tot de quantitatieve bepaling van één of meer dezer drie stoffen, waardoor tegelijkertijd de grondslag voor de marktprijs aangegeven wordt.

Aan de afzonderlijke beschouwing van de meest gebruikelijke en belangrijkste soorten van kunstmeststoffen en hun onderzoek laten wij de beschrijving van de quantitatieve bepaling van stikstof, phosphorzuur en kali vooragaan, zooals die over 't algemeen bij alle onderzoekingen gedaan worden. Bijzondere, door den aard van enkele stoffen noodige veranderingen, en de meer nauwkeurige voorschriften voor de hoeveelheidsverhouding, de bepaling van verdere bestanddeelen enz. vinden bij de afzonderlijke behandeling der mestsoorten hun plaats.

Zorgvuldige vermenging, verdeeling en het klaarmaken van een geheel gelijkmatig monster (wrijven, stampen en ziften) is bij deze analysen zeer noodig. Grovere stukken, klompen of kluitjes wijken van de fijnere deelen in hun samenstelling veel af. Is het watergehalte zeer groot (beenzwart, afval) dan droogt men het eerst, en voegt dit resultaat bij de analyse.

Wat de opstelling der resultaten aanbelangt, pleegt men bij kunst-

meststoffen de getallen der analyse niet op watervrije stof te berekenen maar geeft ze in percenten van de versche, ongedroogde stof aan.

Het phosphorzuurgehalte drukt men in percenten phosphorzuur anhydrid (P_2O_5) uit, bij ruwe phosphaten ook wel in percenten driebasisch phosphorzure-kalk ($Ca_3P_2O_8$); het gehalte aan stikstof wordt als zoodanig (N), en het kalium-gehalte als kaliumoxyd of kali (K_2O) aangegeven.

1. Bepaling der stikstof.

De stikstof bevindt zich in de kunstmeststoffen gedeeltelijk in den vorm van organische verbindingen, als urinezuur, guanin en lijmgevende stof, deels in den vorm van salpeterzure- en ammoniakzouten. Met uitzondering van de stikstof der lijmvormende en aanverwante stoffen, die eerst door een verrottingsproces in ammoniak bevattende omzettingsprodukten veranderd moeten worden, kan deze in iederen van de genoemde vormen door de plant opgenomen en geassimileerd worden.

De aanwezigheid van stikstof, in den vorm van ammonia, leert men kennen, wanneer bij verwarming van de onderzochte stof met kaliloog een ammoniareuk ontstaat; lijmgevende- en eiwitstof worden bij droge verhitting door een reuk van verbrand haar aangeduid. Salpeterzuur vindt men door bij het heldere waterachtige uittreksel een oplossing van eene kleine hoeveelheid brucin in geconcentreerd zuiver zwavelzuur er bij te voegen. Als er salpeterzuur voorhanden is, ontstaat dadelijk een mooi roode kleur (blz. 161).

De quantitatieve bepaling van de stikstof kan naar verschillende methodes uitgevoerd worden, welker bruikbaarheid in ieder bijzonder geval meest door den vorm, waarin de stikstof zich bevindt, bepaald wordt. De tot nu meest gebruikelijke bepaling van de stikstof, als deze in den vorm van organische stof aanwezig is, grondt zich op de eigenschap om bij gloeien of verbranden met alcali-hydraat in ammoniak over te gaan. De organische stof zelf of het hydraatwater van de alcali-hydraten leveren de voor de ammoniakvorming noodige waterstof. De hoeveelheid gevormde ammoniak wordt bepaald en geeft nauwkeurig het gehalte van de voorhanden stikstof aan.

Dezelfde methode kan gebruikt worden, wanneer de stikstof reeds als ammoniakzout voorhanden is; sneller echter en met evenveel nauwkeurigheid bepaalt men ze in dit geval als stikstofgas door meting in een Azotometer. Mengt men de waterige oplossing van het ammoniakzout met een oplossing van onderbromigzure-natrium, dan wordt onder vorming van broomnatrium de stikstof van de ammoniak in gasvorm uitgedreven en kan in een in cM^3 verdeelde buis opgevangen en gemeten worden.

In den vorm van salpeterzuur vindt men de stikstof hoofdzakelijk in de natron- of Chili-salpeter, en in een minder gebruikelijke menging van alcali-nitraten, de kali-natronsalpeter. De uitvoering van deze analyse vindt men onder 7 „salpeter" aangegeven.

Behalve de bovengenoemde bepalingsmethoden door verbranding met alcali-hydraat is voor de bepaling van het stikstofgehalte in organische lichamen in den laatsten tijd een nieuwe methode in gebruik gekomen, die door Kjeldahl [1]) bewerkt, daarop berust, dat de organische stof eenigen tijd met een rijkelijke hoeveelheid geconcentreerd zwavelzuur verwarmd en de zoo verkregen oplossing vervolgens met overvloedige, droge, poedervormige, overmangaanzure-kali geoxydeerd wordt. Bij deze behandeling ontwijkt tegelijkertijd de stikstof van alle hier voorkomende organische stoffen als ammoniak, die op het oogenblik als ze ontstaat door het voorhanden zwavelzuur gebonden, en daardoor voor vervluchtiging beveiligd is. Daarna wordt door rijkelijke toevoeging van geconcentreerde natronloog bij de zure vloeistof de zoo gevormde ammoniak uitgedreven en afgedistilleerd en zijn hoeveelheid, die gelijk is aan de voorhanden geweest zijnde stikstof, op de gewone wijze door titreeren bepaald. Deze methode leent zich ter onderzoeking van alle meststoffen, uitgezonderd die, welke groote hoeveelheden salpeterzuur bevatten. Waar deze in kleine hoeveelheid onder gelijktijdige aanwezigheid van veel organische stof gevonden wordt, zooals b. v. bij opgeloste Peru-guano, ontstaat door het zich rijkelijk ontwikkelende zwavelig-zuur, een vermindering van salpeterzuur en een overgang in ammoniak te gelijk, zoodat ook in deze gevallen de methode bruikbare resultaten geeft.

Een werkelijk groot voordeel van deze aanbevelenswaardige methode is behalve vele andere, de onnoodigheid van grootere in fabriekslaboratoriën zelden zich bevindende verbrandingstoestellen.

a. Bepaling door verbranding met natronkalk.

Bij het gloeien of verbranden gebruikt men in plaats van zuiver alcali-hydraat liever een mengsel van kalk-hydraat en natron-hydraat — dat onder den naam van natronkalk in den handel komt, en bij gelijke werkzaamheid het voordeel heeft van niet te smelten. Het ontwikkelde en door het gloeien uitgedreven ammoniakgas gaat met de overige gasvormige verbrandingsproducten in een ontvanger, waarin een afgemeten hoeveelheid normaal zwavelzuur den ammoniak bindt. Na afloop van de bewerking bepaalt men door middel van een getitreerde caustische baryt-oplossing, de rest van het nog vrije zwavelzuur, verkrijgt daardoor de hoeveelheid gebonden zuur, en berekent daaruit de hoeveelheid van den verkregen of opgenomen ammoniak.

Men doet deze verbrandingen in buizen van moeilijk smeltbaar — Boheemsch — kaliglas, die in achterstaanden vorm, fig. 57, achter in een gesloten punt uitgetrokken, geheel droog en schoon, 30 tot 35 cm. lang en 1.2 cm. wijd moeten zijn.

De punt moet vrij van natronkalk blijven, wat men door een prop

[1]) Fresenius, Zeitschrift f. analyt. Chemie, 22, S. 366.

van uitgerafeld asbest verkrijgt, die vóór het vullen met een lange glazen staaf vastgezet wordt

Bij de uitvoering der analyse handelt men als volgt. Op een tareerblikje weegt men van de stof de noodige hoeveelheid allernauwkeurigst af en mengt ze in een grooten van binnen met glazuur overtrokken mortier met een ongeveer gelijke hoeveelheid gips. Vochtige stoffen worden daardoor dadelijk in een droog poeder veranderd en aanwezig zijnde vrije ammonia onmiddellijk aan zwavelzuur gebonden en zoo voor verdamping beveiligd.

Bij zeer droge of ammonia-vrije stoffen kan men de bijvoeging van gips achterwege laten (bloedmeel, hoornmeel en dergelijke.

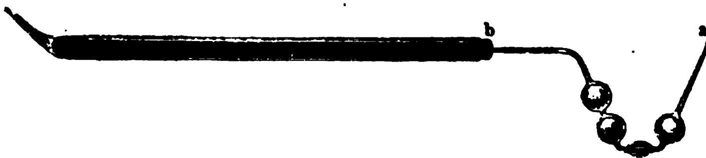
Nu vult men, tot afmeting van de noodige hoeveelheid, de verbrandingsbuis met fijn gepoederde natronkalk halverwege, en stort nu deze hoeveelheid natronkalk over de in den mortier zijnde afgewogen stof, mengt door elkander en vult met behulp van een nieuw-zilveren trechter snel in de verbrandingsbuis; de laatste deeltjes brengt men met behulp van een stijf penseel in de buis.

Men houdt de buis loodrecht in een klemstatief en vult tot *c* (zie fig. 57) met zuiver gekorrelde natronkalk, tot *b* met het mengsel, tot *a* met natronkalk, die men gebruikt om mortier en trechter na te spoelen en voegt er nu nog zooveel natronkalk bij, tot er slechts een ruimte van 2 tot 2,5 cm. vrijblijft. Ten slotte houdt men met een prop van asbest de buis afgesloten: deze houdt de inhoud der buis terug en verhindert, dat er deeltjes der droge stof door den luchtstroom worden meëgenomen. Door herhaald kloppen der nu horizontaal gehouden buis, wordt een dichtere samenvoeging der stof verkregen en tevens ontstaat in het bovendeel der buis een kanaal, waardoor de ontwikkelde gassen gemakkelijk ontwijken kunnen. Door een goed sluitende kurk, die in zijn doorboring het kogeltoestel van Varrentrapp-Will draagt, wordt de buis zooals, fig. 58 aangeeft, gesloten.

Fig. 57.



Fig. 58.



Het kogeltoestel vult men met een in een bekerglaasje afgemeten kleine hoeveelheid normaal zwavelzuur door *a* in het zuur te dompelen en bij *b* langzaam te zuigen; wat aan *a* blijft hangen, spoelt men

met eenige druppels water in het bekerglaasje terug, bedekt dit met een dekglas en zet het tot na afloop der verbranding op zijde.

De zoo ingerichte buis wordt nu in den verbrandingsoven gegloeid, waarbij men het kogeltoestel moet ondersteunen of vastleggen, om te verhinderen dat, bij het week worden der glasbuis, het toestel omvalt. Het voorste deel wordt niet te sterk verhit, daar anders de kurk verkoolt. Dat gedeelte, waarin de zuivere natronkalk is, wordt het eerst gegloeid. Is dit in goede gloed, dan eerst brengt men langzaam voortgaande het overige gedeelte der buis in gloed en wel zoo naar het einde toe, dat er een langzame gasontwikkeling merkbaar in het kogeltoestel plaats vindt.

In het zuur wordt al de ontwikkelde ammonia vastgelegd.

De proef is afgeloopen, zoodra de gasontwikkeling ophoudt. De inhoud der verbrandingsbuis mag dan geen koolachtige deeltjes meer aanwijzen. Men schuift nu een dunne gomlastieke buis over *a*, breekt, met behulp eener natgemaakte tang, de spits der verbrandingsbuis af en zuigt tegelijkertijd een langzamen luchtstroom door het toestel, om de mogelijk nog aanwezige rest ammonia aan het zuur te binden.

Het voorzichtig afgenomen kogeltoestel wordt in een ruime porseleinen schaal geledigd, door het zuur uit *a* te laten vloeien; men vult nu het teruggezette bekerglaasje met 20 cM³ water en zuigt dit in het toestel evenals vroeger het zuur. Men spoelt op deze wijze toestel en bekerglaasje met nieuwe hoeveelheden water 5 à 6 maal uit, verzamelt alle vloeistof in de schaal, kleurt met eenige druppels lakmoestinctuur rood en titreert op de bekende wijze met caustische barytoplossing tot de blauw-violette kleur.

De baryt-oplossing wordt bewaard op dezelfde wijze als bij de analyse van soda is opgegeven. De eindreactie is zeer duidelijk waar te nemen, daar het geprecipiteerde barium-sulfaat als een zeer witte ondergrond de kleurverandering scherp laat zien.

De verbruikte cM³ zijn gelijk aan het vrije zwavelzuur, dat nog niet door ammonia is gebonden.

Voorbeeld: 1 g. stof werden verbrand In het kogeltoestel waren 20 cM³ normaal zwavelzuur.

Deze 20 cM³ zuur zijn gelijk aan 0.2802 g. stikstof volgens de regel

1000 cM³ : 14.01 g. stikstof = 20 cM³ : *x*

Voor de neutralisatie moest 99.9 cM³ barytoplossing gebruikt worden.

Volgens den regel 99.9 : 0.2802 = 1 : *x*

x = 0.002799 g. stikstof = 1 cM³ barytoplossing.

Na afloop der verbranding werden 70 cM³ barytoplossing gebruikt om het niet gebonden zuur te neutraliseeren.

70 × 0.002799 = 0.19593 g. stikstof.

20 cM³ normaal zuur =	0.28020	g. stikstof.
70 „ barytoplossing =	0.19593	„ „
Er blijf dus als rest =	0.08427	g. stikstof,

die, door verbranding in ammonia omgezet, in de onderzochte stof aanwezig was.

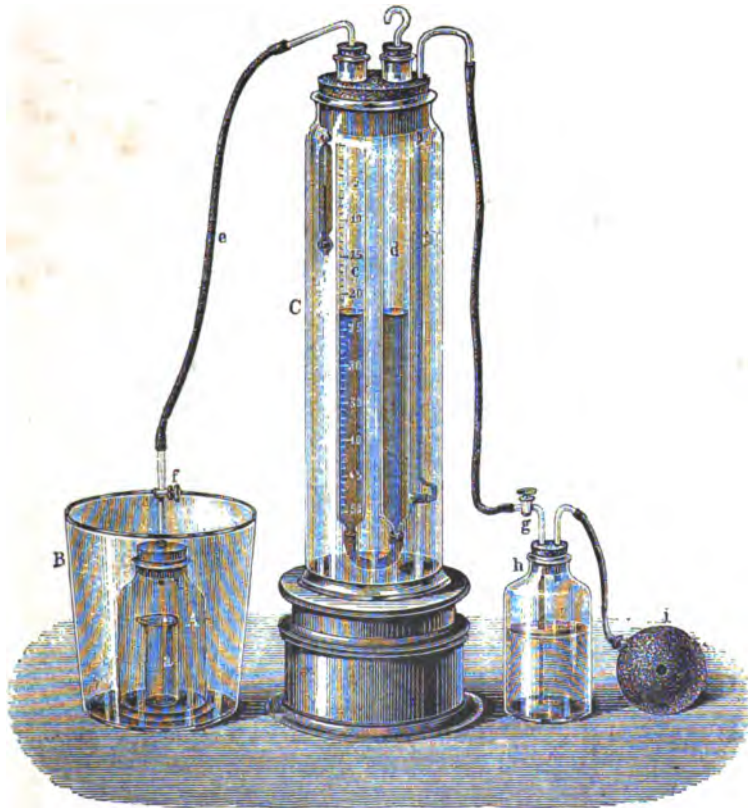
$$1 : 0{,}08427 \text{ g. stikstof} = 100 \text{ g.} : x$$
$$x = 8.43\ \% \text{ stikstof.}$$

b. Bepaling der stikstof door meting van het gas.

Hierboven hebben wij de grondbeginselen dezer methode ontvouwd, welke slechts bruikbaar is, ter bepaling van de hoeveelheid stikstof, die in den vorm van ammonia in den mest aanwezig is.

Ter uitvoering maakt men gebruik van den in fig. 59 voorgestelden Azotometer van Knop, dien Wagner als volgt beschrijft [1]). A is een flesch voor de broomloog van ongeveer 200 cM³, op welker bodem een cylindertje *a* van ongeveer 20 cM³ inhoud, waarin de afgemeten ammonia-oplossing wordt gegoten. Het cylindertje is op den bodem der

Fig. 59.



[1]) Wagner, Lehrbuch der Düngerfabrication 1877, S. 160. u. f.

flesch vastgesmolten. De hals der ontwikkelingsflesch is ruw geslepen, zoodat een verschuiving der kurk niet mogelijk is. B is een groote glazen schaal, waarin 4 liter koud water gevuld worden. C is een hooge glascylinder met water gevuld, waarin, om algenvorming tegen te gaan, een weinig zoutzuur is gemengd. Het deksel van deze cylinder draagt de verbonden buretten *c* en *d* en een kleinen thermometer. De buretten worden uit de flesch *d* door den drukballon *i* met gekleurd water gevuld dat zich in de flesch *k* bevindt.

Uitvoering. In het vastgesmolten cylindertje *a* van de flesch A worden 10 cM³ der te onderzoeken ammonia-oplossing gedaan en met een trechter giet men 50 cM³ broomloog in het wijdere deel der flesch. Nadat men de stop vast heeft aangedrukt, wordt de flesch in de glazen schaal, waarin de 4 liter water, gezet. De glazen kraan *f* wordt daarna even losgezet, de buretten *c d* door den drukballon *i* gevuld en door uitvloeien bij *g* de niveaustand op nul gebracht. Na ongeveer tien minuten wordt de glazen kraan *f* weer vast aangedrukt en geopend, zoodat de lucht in A met *c* in verbinding blijft. Vijf minuten wacht men en ziet of het vloeistof-niveau veranderd, dus in *c* gestegen is; wanneer dit het geval is, haalt men het plugje even uit het huis der glaskraan om de buitenlucht toetreding te geven in het toestel, waardoor het niveau hersteld wordt. Dit herhaalt men, na telken male vijf minuten gewacht te hebben. Blijft de stand in beide buretten gelijk, dan heeft de ontwikkelingsflesch en zijn inhoud de temperatuur van het water, waarin zij staat, aangenomen. Men laat door het openen van kraan *g* ongeveer 30 à 40 cM³ vloeistof afvloeien, neemt de ontwikkelingsflesch uit het water, en laat door nijging der flesch een gedeelte van den inhoud van het cylindertje *a* in de broomloog vloeien: een weinig omzwaaien helpt de vermenging. Deze beweging herhaalt men, totdat het grootste gedeelte der ammonia-vloeistof uitgegoten is. Daarna sluit men *f*, schudt de ontwikkelingsflesch krachtig, opent *f* en laat de vrijgeworden stikstof naar *c* overgaan, sluit opnieuw en schudt nogmaals en zoolang tot bij het openen van *f* het niveau in *c* niet meer daalt. Driemaal schudden is gewoonlijk toereikend. Dan zet men de flesch weer in het koelvat. Na ongeveer 20 minuten heeft de flesch met inhoud weer de temperatuur van het afkoelwater aangenomen, en in *c* het gas den temperatuur van het om de buret zich bevindende water (door de thermometer waar te nemen) aangenomen. Heeft men nu door openen van *g* de vloeistof in *c* en *d* gelijk gesteld, dan wordt het ontwikkelde stikstofgas-volume, de temperatuur van het water in C, alsmede de barometerstand afgelezen en, met behulp der correctie-tabellen van Dietrich, het gewicht der ontwikkelde stikstof berekend.

Voorbeeld: 20 g. van een ammoniahoudend superphosphaat worden in een halve literflesch met water overgoten en eenigen tijd gemacereerd. De vloeistof met water tot de streep der flesch gevuld, wordt

btie van stikstof

fiek gewicht der loog va

n 1—100 cM³ gas.

14 0,38	15 0,41	16 0,43	1 0,4	24 0,63	25 0.66
39 1,01	40 1,03	41 1,06	4 1,0	49 1,26	50 1,28
64 1,63	65 1,66	66 1,68	6 1,7	74 1,88	75 1,91
89 2,26	90 2,28	91 2,31	9 2,3	99 2,51	100 2,53

icht van 1 cM³ st

bij een temp. van 10—25

750	752	754	68	770	Temperatuur in graden C.
1,18165	1,18484	1,18803	1 036	1,21355	10°
1,17650	1,17168	1,18286	1 511	1,20829	11°
1,17127	1,17444	1,17760	1 977	1,20294	12°
1,16611	1,16926	1,17242	1 452	1,19768	13°
1,16088	1,16403	1,17618	1 920	1,19234	14°
1,15560	1,15873	1,16187	1 381	1,18694	15°
1,15032	1,15344	1,15657	1 844	1,18156	16°
1,14496	1,14807	1,15118	1 297	1,17608	17°
1,13955	1,14266	1,14576	1 746	1,17056	18°
1,13412	1,13721	1,14030	1 195	1,16504	19°
1,12867	1,13175	1,13483	1 640	1,15948	20°
1,12314	1,12621	1,12928	1 078	1,15385	21°
1,11757	1,12063	1,12369	1 512	1,14818	22°
1,11191	1,11496	1,11801	1 936	1,14241	23°
1.10620	1,10924	1,11228	1 355	1,13659	24°
1,10043	1,10346	1,10649	1 770	1,13073	25°
750	752	754	68	770	

goed dooreen geschud en gefiltreerd. Van het heldere filtraat worden 10 cM³ = 0.4 g. superphosphaat in den azotometer ontleed.

Aflezing der buret C = 30,0 cM³
Temperatuur in C. = 16,0° C.
Barometerstand = 756 mm.

Volgens tabel XV zijn in de vloeistof van A bij 30 cM³ gas teruggebleven of geabsorbeerd: 0.78 cM³ stikstof. Men telt dit bedrag bij het afgelezene. Volgens tabel XVI is het gewicht van 1 cM³ stikstof bij 16° C en 756 mm. Barometerstand = 1.15969 mg.

Dus is het gewicht der uit 0.4 g. superphosphaat ontwikkelde stikstof 30 + 0.78 = 30.78 × 1.15969 = 35.695 mg. of 0.035695 g. volgens den regel 0.4 g. : 0.035695 g. = 100 : x
is dus x = 8.92 % stikstof in den vorm van een ammoniazout aanwezig, in het onderzochte superphosphaat.

c. Methode van Kjeldahl.

De grondslagen dezer methode zijn reeds aan het begin van dit hoofdstuk ontvouwd; men gaat volgenderwijze te werk. Men weegt van de aan stikstof en organische stoffen rijke meststof b. v. bloed, meel of hoornspanen 1 g., van minder organische stoffen houdende 1,5 g. af en brengt deze hoeveelheid zonder verlies in een ongeveer 100 cM³ inhoud hebbende kookflesch met langen hals en ronden bodem. Het glas moet goed afgekoeld en uit kaliglas vervaardigd zijn. Men voegt bij de stof in de kookflesch 2 g. phosphorzuur-anhydrid en 20 cM³ van een mengsel, bestaande uit vier deelen geconcentreerd zuiver zwavelzuur en een deel rookend zwavelzuur. Het zwavelzuur doet men eerst bij eene hoeveelheid van 5 cM³ in het fleschje en verhit het boven een door kopergaas afgedekte gasvlam, tot de eerste sterke schuimvorming en gasontwikkeling voorbij zijn, en voegt dan eerst de 15 cM³ rest van het zuur er bij. Men verhoogt nu de hitte, tot de vloeistof sterk kookt, en blijft bij deze temperatuur, totdat de inhoud der flesch, die in het begin zwart en verkoold er uitziet, een lichte wijngele kleur heeft aangenomen of bijna kleurloos is. Om verlies door

fig. 60.



het uitspatten te voorkomen, plaatst men het kookfleschje op de manier door fig. 60 aangegeven. De gecondenseerde zure damp doet de kooldeeltjes, die aan den wand der flesch gespat zijn, terugvloeien. Wegens de sterke ontwikkeling van de zure dampen is een goede luchtafvoerkast noodzakelijk.

De tijd, die verloopt, eer de wijngele kleur te voorschijn komt, is natuurlijk afhankelijk van de soort der stof en kan bij droog bloed, wel vier uur zijn. Het is echter niet noodig het ontledingsproces onder voortdurend toezicht te houden.

Talrijke modificatiën zijn aangegeven om den ontledingstijd te verkorten. Het bijvoegen van metaalzouten verkort de ontleding. Vooral de bijvoeging van een weinig kwik zou den tijd tot op ongeveer de helft verminderen.

De op deze wijze bewerkte oplossing, wordt heet met een kleine hoeveelheid kalium-permanganaat behandeld, om de oxydatie der organische stof te bewerken. In een van onderen vernauwde buis (fig. 61 wordt een stukje zeer fijn kopergaas vastgeklemd en daarop eenige grammen droge, fijn gepoederde overmangaanzure-potasch gedaan. Houdt men nu de buis boven de ontledingsflesch en klopt zacht, dan valt een gedeelte van het poeder als een fijne stofregen in de vloeistof, waardoor onmiddellijk een sterke, vaak van vuurverschijnsels vergezelde reactie ontstaat. De vloeistof, in het begin donker, neemt na het einde der oxydatie een groene kleur aan. Men laat de kolf afkoelen, verdunt voorzichtig met water, waarbij de vloeistof bruin wordt en spoelt den inhoud zonder verlies in een ruime ongeveer 1 liter houdende kookflesch A (fig. 62), die op de aangeduide wijze met een koeler B verbonden is tot het afdistilleeren der ammonia. De toe te voegen hoeveelheid water mag ongeveer 100 cM³ zijn.

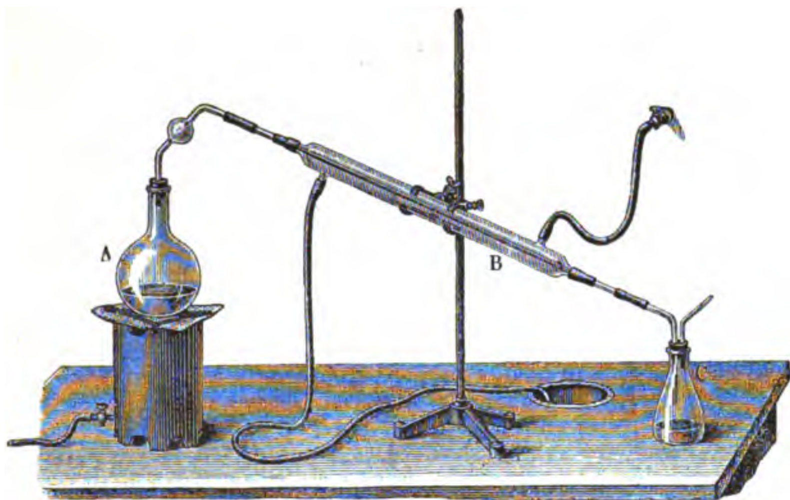
fig. 61.



$\frac{1}{2}$

De gevormde ammonia vangt men op in de kookflesch van Erlemeyer, C die ongeveer 250 cM³ inhoud heeft en waarin 20 cM³ normaal zwavelzuur aanwezig is en waarvan de dubbel doorboorde stop, de verlenging van den koeler zoo omsluit, dat zij ongeveer in het midden der kookflesch mondt, zonder het zuur aan aan te raken. De tweede boring der stop dient als communicatie met de buitenlucht. Nu brengt men eenige stukjes zink in de kookflesch, waardoor het heftige stooten voorkomen wordt, giet snel 100 cM³ natron loog van 1.35 spec. gewicht in kookflesch A, verbindt de kookflesch met den koeler en verhit het best op een gasoven tot sterk koken. Zoodra onder voortdurend afkoelen ongeveer 100 cM³ water in den ontvanger is overgehaald, dat ongeveer een half uur tijd vordert, kan men zeker zijn, dat al de ammonia door de sodaloog is uitgedreven

Fig. 62.



en aan het voorgelegde zuur gebonden is. Daarmee is de proef afgeloopen. De titrage der kleurlooze vloeistof en de berekening zijn geheel gelijk aan de opgegeven proef op blz. 182.

2. Bepaling van het phosphorzuur.

Het phosphorzuur is zeer ruim verdeeld in de natuur en komt veelvuldig voor als phosphorzure-kalk, afkomstig van de verbrokkeling van het apatiet, een mineraal dat men als den oorsprong van deze stof kan beschouwen. In denzelfden vorm, met calcium tot d r i e - b a s i s c h p h o s p h o r z u r e - k a l k verbonden, wordt het ook gevonden in de latere formatiën in de z. g. phosphorieten, koprolieten, Baker-guano en dergelijke stoffen. Aanwezig in de asch der planten, vormt zij ook het hoofdbestanddeel der dierlijke beenderen.

Deze calcium-verbinding is onoplosbaar in water en kan dus, wanneer zij in den grond gebracht wordt, de plant eerst dan voeden, wanneer het phosphorzuur door den invloed der atmospheer wordt ontleed en alzoo in opgelosten vorm voor de plant opneembaar wordt gemaakt.

In dezen toestand noemt men het phosphorzuur o n o p l o s b a a r in tegenstelling met de o p l o s b a r e verbinding, die als e e n b a s i s c h e of z u r e p h o s p h o r z u r e - k a l k, en wel door behandeling der drie-basische onoplosbare met een sterk zuur verkregen wordt.

Deze behandeling met zuur, waartoe gewoonlijk zwavelzuur gebruikt wordt, geeft aan de phosphaten eerst de waarde, die zij voor den landbouw bezitten. Gewoonlijk spreekt men daarbij van superphosphaten,

die wegens de hoeveelheid oplosbaar zure phosphorzure-kalk of anders als phosphorzuur-anhydrid getaxeerd worden; voor een aantal stoffen — neerslagen, ruwe stoffen enz. — is natuurlijk het gehalte aan onoplosbaar phosphorzuur maatgevend.

Hieruit volgt, dat men zoowel den eenen als den anderen vorm moet bepalen en daardoor dus steeds den onoplosbaren vorm in den oplosbaren moet overbrengen. Stoffen, die beide vormen bezitten, b. v. slecht behandelde phosphaten, worden in twee deelen verdeeld onderzocht. Eerst bepaalt men in een gedeelte den oplosbaren vorm en dan in een ander deel, dat men met zuur verhit waardoor men het vastgelegde phosphorzuur vrijmaakt, het geheel aan phosphorzuur. Uit het verschil tusschen de tweede en eerste proef vindt men de hoeveelheid phosphorzuur, die in den onoplosbaren vorm voorhanden was.

In vele superphosphaten, die wegens gebrekkige fabricage of ten gevolge der gebezigde ruwe stoffen sterk ijzer- en kleihoudend zijn, ontstaat nu een zuur ijzer-aluminium-phosphaat, dat in water onoplosbaar is en dus het gehalte aan oplosbaar phosphorzuur vermindert. In deze gevallen spreekt men van teruggegaan phosphorzuur. Deze vorm geldt in vele gevallen minder in waarde dan de gemakkelijk opneembare oplosbare verbinding. Soms verlangt men de bepaling daarvan, die berust op de oplosbaarheid van deze verbinding in een neutrale of zwak alcalische oplossing van ammonium-citraat en zal later bij de bepaling van superphosphaten behandeld worden.

Bepaling van het in water oplosbare phosphorzuur.

De stoffen, die men onderzoekt, worden òf door eenvoudige extractie met koud water, òf met zuur uitgetrokken (overmaat van zuur moet men vermijden), waarbij men dan eene oplossing van zure phosphorzurekalk verkrijgt, die met water op een geschikte dichtheid wordt gebracht en gefiltreerd.

Het op een of andere wijze verkregen filtraat dient tot bepaling van het phosphorzuur. Nu kan de bepaling geschieden door meting of weging. De te volgen handelwijze wordt aangegeven door bij het filtraat eene oplossing van natrium-acetaat te voegen. Ontstaat een vlokkige, zich langzaam afzettende neerslag, dan moet de gewichtsmethode gevolgd worden; blijft de vloeistof helder of ontstaat slechts eene lichte troebeling, dan kan men de maatanalyse toepassen.

a. Gewichtsanalyse. Hierbij wordt het phosphorzuur als ammoniumphosphaat bepaald. Het overbrengen in dezen vorm wordt voorafgegaan door het neerslaan als phosphor-molybdeenzure-ammonia. 100 cM^3 van het heldere filtraat, waarin hoogstens 0.2 g. phosphorzuur mag aanwezig zijn, worden met 200 cM^3 oplossing van molybdeenzure-ammonia in salpeterzuur vermengd, waardoor al het phosphorzuur als een zwaar, geelachtige neerslag op den bodem van het bekerglas zinkt. Men ver-

warmt in een waterbad tot 70° à 80 C. gedurende een half uur, laat volkomen bezinken en probeert op de heldere opstaande vloeistof, of de neerslag volkomen is. Daartoe neemt men met een pipet c^a^ 2 cM³ van het heldere vocht in een reageerbuisje met een gelijke hoeveelheid molybdeenzure oplossing en verwarmt matig.

Ontstaat hierbij een gele neerslag, dan was de eerste bijvoeging onvoldoende, men giet het proefje terug in het glas en voegt er opnieuw 25 à 30 cM³ molybdeen-oplossing bij, verwarmt weer een half uur, laat afkoelen en afzetten en probeert opnieuw.

Blijft de proef bij het verwarmen helder, dan wordt alles gefiltreerd door een kleinen, glad aanliggenden filter en men wascht dien en den neerslag met verdunde molybdeen-oplossing herhaaldelijk uit. Daarbij is het niet noodig het glas, waarin men den neerslag bewerkte, zorgvuldig van den neerslag te zuiveren; men laat de laatste deeltjes getrocst er in en zet den trechter met den filter en inhoud er boven en lost den neerslag met een weinig ammonia en heet water volkomen op. Nadat men filter en trechter zorgvuldig heeft uitgewasschen, voegt men zoutzuur bij het filtraat, tot de nieuw gevormde neerslag weer langzaam en niet oogenblikkelijk opgelost is; dan koelt men af, door het zetten in een bad van koud water, tot op de kamertemperatuur en precipiteert door toevoeging van magnesia-mixtuur al het phosphorzuur als phosphorzure-ammonium-magnesium. Van de volgens voorschrift gemaakte magnesia-mixtuur (zie hoofdstuk „Chemicaliën") wordt voor 0.2 g. phorphorzuur 20 cM³ gebruikt, die langzaam bij gelijktijdig omroeren ingedruppeld worden. Na de precipitatie voegt men nog 25 cM³ verdunde ammonia-oplossing bij (1 : 3), laat de vloeistof, die in het geheel ongeveer 110 cM³. hoeveelheid bedragen moet, twee à drie uren staan en filtreert daarna door een filter van bekend aschgewicht. De neerslag wordt met verdunde ammonia vloeistof uitgewasschen, totdat een met salpeterzuur aangezuurde proef met zilveroplossing geen troebeling veroorzaakt, dan gedroogd; eerst matig, later zeer sterk gegloeid, tot de inhoud van den kroes wit geworden is. Ten slotte gloeit men vijf minuten in de blaasvlam, laat in den exsiccator afkoelen en weegt.

Bij het gloeien ontwijkt de ammonia en pyrophosphorzure-magnesia blijft over, welker gewicht met factor 0.6393 vermenigvuldigd, de hoeveelheid phosphorzuur geeft, die in de gebruikte hoeveelheid stof aanwezig was.

Voorbeeld. 100 g. fijn gepoederd beenzwart werden met verdund salpeterzuur uitgetrokken. De oplossing op 500 cM³ gebracht gefilteerd en van het filtraat 25 cM³ = 0.5 g. zwart als opgegeven behandeld. Na aftrek der filterasch bleef er 0.2601 g. pyrophosphorzure-magnesium over.

$$0.2601 \times 0.6393 = 0.16628 \text{ phosphorzuur.}$$
$$0.5 : 0.16628 = 100 : x.$$
$$x = 33.26 \,\% \text{ phosphorzuur.}$$

b. Maatanalyse door titreeren met uranium-acetaat of uranium-nitraat. Deze methode, door Stohmann ingevoerd, berust op het beginsel, dat het phosphorzuur, wanneer het in aanraking gebracht wordt met uranium-acetaat in vloeistoffen, die geen andere vrije zuren dan azijnzuur bevatten, als phoshorzuur-uranium en, bij het aanwezig zijn van ammoniumzouten, als phosphorzuur-ammonim-uranium volkomen worden geprecipiteerd.

Het einde der reactie wordt door eene oplossing van geelbloedloogzout (kalium-ferrocyanuur) aangetoond, die de gele neerslag niet verandert, doch bij de geringste overmaat van uranium-oplossing deze dadelijk rood-bruin kleurt.

De hiervoor noodige vloeistoffen zijn in het hoofdstuk „Chemicaliën" beschreven (blz. 137), waar men ook de titrestelling van het uran-acetaat vindt opgegeven.

De uitvoering der bepalingen van het phosphorzuur in kunstmeststoffen is in hoofdzaak gelijk aan hetgeen bij de titrestelling is opgegeven.

Men meet in een kookflesch van de vloeistof 50 cM^3 af (waarin 0.10 tot hoogstens 0.15 g. phosphorzuur mogen zijn), voegt er 10 cM^3 natrium-acetaat oplossing bij en laat een zekere hoeveelheid uranium-oplossing bijloopen en titreert op dezelfde wijze met een versch bereide oplossing van kalium-ferrocyanuur als beschreven is. Vóór de toevoeging van uranium mag de vloeistof niet verwarmd worden, omdat anders licht een neerslag van phosphorzuur-calcium kon ontstaan.

Heeft men meer dan 30 cM^3 uranium-oplossing noodig, dan wordt de eindreactie onduidelijk; dan neme men 25.0 cM^3. vloeistof en verdunt met water tot 50 cM^3.

In veel kalk bevattende superphosphaten handelt men als bij de beenzwart-analyse wordt opgegeven.

Bij superphosphaten met een hoog gehalte aan phosphorzuur, of bij zulke, die veel vrij zuur bevatten, kan het geval voorkomen, dat wegens onvoldoende toevoeging van natrium-acetaat, de bruine reactie reeds aangetoond wordt, vóór al het phosphorzuur is neergeslagen. Men probeert dus, als de bruine reactie intreedt, door toevoeging van 5 cM^3 natrium-acetaat, of de reactie blijvend is, en herhaalt anders de bepaling met toevoeging van 15 of 20 cM^3. natrium-acetaat-oplossing.

Voorbeeld. 20g. superphosphaat met water uitgetrokken, wordt tot 1 liter verdund, gemengd en gefiltreerd. 50 cM^3 van het filtraat (= 0.1 g. superphosphaat) gebruikte 24.2 cM^3. uranium [1]).

$$1\ cM^3. : 0.005\ g.\ \text{phosphorzuur} = 24.2 : x$$
$$x = 0.1210$$
$$0.1 : 0.1210 = 100 : x$$
$$x = 12.10\ \%\ \text{phosphorzuur.}$$

[1]) De uranium-oplossing was door verdunning gebracht op de titre dat 1 cM^3. = 0.005 g. phosphorzuur aantoonde.

Men ziet uit dit voorbeeld, dat een aldus gestelde titre der uranium-oplossing en bij het gebruik maken van zooveel filtraat, dat daarin slechts 0.1 g. oorspronkelijke stof is, alle omrekening kan worden vermeden. Immers het gehalte aan phosphorzuur zal juist gelijk zijn aan de helft der verbruikte cM³ uranium-oplossing

$$\frac{24.2}{2} = 12.10\ \%$$

Wanneer bij de voorafgaande onderzoeking met natrium-acetaat een geringe troebeling van ijzerphosphaat ontstaat, meet men 50 cM³. phosphaat-oplossing in een bekerglaasje af, voegt er 10 cM³ natrium-acetaat bij en laat den ontstanen neerslag eenigermate bezinken. Dan filtreert men over een klein filtertje van bekend aschgehalte in de kookflesch, wascht bekerglas, filter en neerslag driemaal met kokend water uit en titreert nu de vloeistof op de bekende wijze. Filter en neerslag worden gedroogd, in een platina kroes gegloeid en gewogen; na aftrek der filterasch, geeft de gegloeide inhoud der kroes met 0.4703 vermenigvuldigd de hoeveelheid phosphorzuur, die daarin aanwezig is en welke wordt opgeteld bij de hoeveelheid door de uranium-proef aangegeven.

3. Bepaling van het Kali (K_2O).

Het kolossaal verbruik van kalium-houdende meststoffen dagteekent van het vinden der Stassfurter kali-lagen. Met uitzondering der kalirijke houtasch (en later de melasse-potasch-kool) bezat de landbouwer geen andere stoffen, om de behoefte aan kali dat zijn bouwland noodig had te kunnen dekken, waardoor dus aan het land slechts zeer matig kalimest kon worden gegeven en vaak geheel ontbrak.

De bovengenoemde kalizouten van Stassfurt vormen nu echter den bijna uitsluitenden en overal gebruikten kalimest. Het kali komt daarin in drie verschillende vormen voor: als kalium-sulfaat, kalium-magnesium-sulfaat en als chloor-kalium. De eerste verbinding bezit de meeste waarde en wordt in den handel meest met den dubbelen prijs betaald van de beide anderen. Houtasch en melasse-potasch bestaan grootendeels uit de koolzure verbinding, welke in waarde weer het zwavelzure-zout overtreft.

Om het kalium in al deze stoffen quantitatief vast te stellen, worden zij overgebracht in een dubbel-zout, kalium-platina-chloride, dat gewogen wordt en waaruit het kaliumgehalte berekend wordt. De opgave bedoelt steeds het kalium-oxyde of kali.

De aanwezigheid van natrium, barium, calcium en magnesium-zouten, is geen hinderpaal om de methode te gebruiken, daar al deze verbindingen met platina-chloride dubbelzouten geven, die in alcohol oplosbaar zijn, terwijl het kalium-platina-chloride onoplosbaar is. Daartegenover moet het kalium als chloorkalium in de vloeistof voorhanden zijn en absoluut vrij van zwavelzuur.

Tot uitvoering der onderzoeking worden 10 à 20 g. van het fijn gewreven kaliumzout in een kookflesch met 400 cM³ heet water over-

goten, tot het kookpunt verhit en dan druppelsgewijze chloorbarium-oplossing toegevoegd, tot geen neerslag meer ontstaat. Te veel chloorbarium moet vermeden worden. Het zwavelzuur, dat de stof bevatte, is hierdoor neergeslagen en het daaraan gebonden kalium in chloorkalium overgebracht.

Na de afkoeling spoelt men den inhoud der kookflesch, zonder filtreeren, in een liter-maatflesch, verdunt tot 1000 cM³, schudt goed dooreen en filtreert nu in een droog glas door een drogen filter. 50 of 100 cM³ helder filtraat meet men af in een goed geglazuurde porseleinen schaal, voegt er 10 à 20 cM³ platina-chlorideoplossing bij, dampt op een waterbad tot droog wordens toe af, bevochtigt de rest na afkoeling met 2 à 3 druppels water en voegt er 3 à 5 cM³ alcohol van 99 % bij, die, zooals gezegd is de gelijktijdig ontstane dubbelverbindingen van chloorbarium-chloor-magnesium en chloorcalcium oplost, het kalium-platina-chloride echter onopgelost teruglaat.

Om deze zouten te vormen, moet er steeds een overmaat van platina-chloride zijn en de droge rest alsmede de toegevoegde alcohol sterk geel gekleurd zijn. Is de droge rest helgeel of wordt de toegevoegde alcohol niet gekleurd, dan is te weinig platina-chloride bijgevoegd en moet men de bepaling herhalen. De inhoud der schaal wordt nu met de gebogen glasstaaf (zie fig. 56 bl. 155) zorgvuldig dooreengeroerd en fijngewreven, waardoor tevens de oplossing der andere dubbelzouten wordt bevorderd; na toevoeging van nog eenige cM³ alcohol giet men den inhoud der schaal met behulp der staaf en de spuitflesch op een kleinen met alcohol bevochtigden filter, dat men vooraf bij 110° C. heeft gedroogd en daarna het gewicht bepaald. De op den filter teruggebleven kalium-platina-chloride, wordt herhaaldelijk met alcohol uitgewasschen, waartoe men een kleine alcoholspuitflesch gebruikt, tot de doorloopende vloeistof volkomen kleurloos is. Voor het omspoelen en uitspoelen moeten ongeveer 70 cM³ alcohol gebruikt worden. Ten slotte droogt men filter en inhoud in het droogfleschje fig. 63 bij 100° C., wat in 20 minuten is geschied, en weegt. Het verkregen gewicht na aftrek van den filter geeft, met den factor 0.1940 vermenigvuldigd, de hoeveelheid kali, die in de afgemeten hoeveelheid oplossing aanwezig is.

Fig. 63.



Voorbeeld: uit 10 g. kalizout heeft men 1000 cM³ vloeistof gemaakt. 100 cM³ = (1 g. stof) geven 1.311 g. kalium-platina-chloride. Dus 1.3119 × 0.1940 = 0.2543 g. kali in 1 g. ergo in 100 g. 25.43 % kali.

UITVOERING DER ONDERZOEKINGEN.

1. Ruwe Peru-guano, visch-guano, hoorn-, bloed-, vleesch- en ledermeel.

Al deze mestsoorten, bevatten als stof van waarde voor den landbouw, stikstof, benevens kleine hoeveelheden phosphorzuur en kali, welke laatste men gewoonlijk in de practijk buiten beschouwing laat. Slechts bij de Peru-guano wordt behalve het stikstofgehalte ook de hoeveelheid phosphorzuur opgegeven.

A. BEPALING DER STIKSTOF.

1 à 1.5 g. worden met natronkalk verbrand, of volgens de methode Kjeldahl behandeld. Bij de verbranding van Peru-guano, die een deel van haar stikstof in den vorm van ammonium-carbonaat bevat, moet men er op letten, dat bij het vermengen met natronkalk altijd de bovenbeschreven handelwijze van het vermengen met droog gips vorafgaan moet. Ter voorkoming van verlies aan stikstof neemt men doelmatig een mengsel van 100 g. gebrand gips en 3 cM^3 geconcentreerd zwavelzuur.

Bij alle overige stoffen is deze maatregel onnoodig. Wegens de kleine hoeveelheid salpeterzuur-zouten in de Peru-guano, maakt men hierbij gebruik van de methode volgens Kjeldahl.

B. BEPALING VAN HET PHOSPHORZUUR.

Men vermengt 2.5 of 5 g. met 10, resp. 20 g. van een mengsel, bestaande uit 2 deelen fijngewreven droog koolzuur- en 1 deel chloorkalium in een platina-kroes, met een klein glasstaafje, gloeit eerst matig, dan sterker, totdat de organische stof geheel verdwenen is. Na afkoeling zet men den kroes in een bekerglas, dat men met een goed dekglas afsluiten kan, en giet op inhoud en kroes 200 cM^3 water en 35 cM^3 salpeterzuur van 1.20 spec. gew.; hierna verwarmt men, en nadat de oplossing bereikt is, brengt men de vloeistof op 500 cM^3 volume. 100 cM^3 = 0.5 of 1.0 g. der afgewogen stof worden, nadat men het grootste gedeelte van het vrije zuur door eenige druppels zuivere kali-loog geneutraliseerd heeft, met uranium-oplossing op de bekende wijze getitreerd.

C. BEPALING VAN DE ASCH EN HET ZAND.

De herhaaldelijke vervalsching met zand en dergelijke stoffen, merkbaar aan het lage stikstofgehalte, noodzaken om de asch te bepalen, en daarin zand en klei. 0.5 g. wordt in een platina-kroes goed en zoo volkomen mogelijk verbrand; men weegt en overgiet daarna de asch met een weinig salpeterzuur en water, en filtreert het oplosbaar gedeelte. Uitge-

wasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen, toont het gewicht de vervalsching aan.

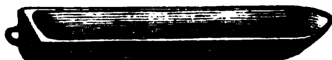
De asch van goede Peru-guano moet wit zijn, weinig koolzuur en niet meer dan 3 $^{0}/_{0}$ zand bevatten.

D. BEPALING DER VOCHTIGHEID.

Van hoornmeel, bloedmeel en dergelijke stoffen worden gewoonlijk 10 g. bij 110° C. gedroogd en het gewichtsverlies als water in rekening gebracht.

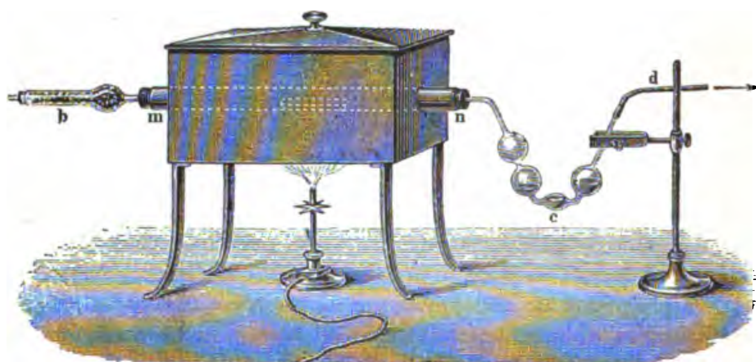
Peru-guano echter zou op die wijze een groot gedeelte van de in den vorm van ammonium-zouten aanwezige stikstof verliezen en daarvoor is dus eene bijzondere inrichting noodig, die door de figg. 64 en 65 wordt duidelijk gemaakt.

Fig. 64.



Twee g. guano worden in het porseleinen schuitje afgewogen, dat daarna in de buis *m* gezet wordt; deze buis licht in het waterbad *a* gesloten door soldeering in de beide zijwanden. Bij *m* wordt op de buis het chloorcalcium droogbuisje *b* gezet en bij *n* met een kogeltoestel *c*, waarin

Fig. 64.



20 cM³ zwavelzuur en dat bij *d* met een waterluchtpomp (zie blz. 108) verbonden is.

Nadat men zich van de goede sluiting van het geheel heeft overtuigd, verwarmt men het waterbad en zuigt met de luchtpomp een langzamen stroom dampkringslucht door het toestel, die door het chloorcalcium gedroogd, de vochtigheid en de ammonia, welke vervluchtigt, meeneemt, waarbij de ammonia door het zwavelzuur gebonden en vastgelegd wordt.

Na verloop van een uur is de droging afgeloopen, en men leert door het wegen van het in den exsiccator afgekoelde schuitje, het verlies, dat de stof door verwarming heeft ondergaan, kennen.

Het kogeltoestel wordt op de wijze volgens bl. 182 beschreven, in een porseleinen schaal geledigd en uitgespoeld en de vloeistof na toevoeging van lakmoes-tinctuur met baryt-hydraatoplossing getitreerd en daardoor de hoeveelheid ammoniak bepaald.

Na aftrek hiervan, van het totale gewichtsverlies, blijft als overschot de hoeveelheid vocht in de Peru-guano aanwezig.

Voorbeeld: 2.003 g. Peru-guano leverde een totaal gewichtsverlies

schuitje + guano..............	12.076 g.
〃 met gedroogde guano....	11.754 〃
Totaal verlies.....	0.322 g.

of 16.08 %.

Het voorgelegde zwavelzuur gebruikte 94.6 cM³ barytoplossing, waarvan volgens blz. 182 1 cM³ 0.002799 g. stikstof was.

20 cM³ normaal zwavelzuur	= 0.28020 g. stikstof.
94.6 〃 barytoplossing	= 0.26479 〃 〃
Er was dus	= 0.01541 g. stikstof

in den vorm van ammonia uit 2.003 g. Peru-guano door verwarming uitgedreven en aan het zwavelzuur gebonden.

Door vermenigvuldiging van dit cijfer met den factor 1.2141 verkrijgt men de hoeveelheid ammonia

$$0.01541 \times 1.2141 = 0.01871 \text{ g.},$$

en dus volgens den regel:

$$2.003 : 0.01871 = 100 : x.$$

$$x = 0.935\ \%\ \text{ammonia},$$

die van het totaal gewicht moet worden afgetrokken

	16.08 %
—	0.935 〃
=	15.14 % water.

2. Beendermeel.

De waarde van het beendermeel wordt bepaald door het gehalte aan phosphorzuur en stikstof en den graad der meer of mindere fijne verdeeling, waarin het zich bevindt. Phosphorzuur is hier steeds in den onoplosbaren vorm voorhanden. Het zoogenaamde opgeloste-beendermeel is een superphosphaat en wordt onder 6 behandeld, volgens de daar gegeven voorschriften.

A. VOCHTIGHEID.

5 g. worden op de gewone wijze bij 110° C. twee en drie uren gedroogd.

B. STIKSTOF.

2 tot 3 g. worden met natronkalk verbrand of 1.5 g. bij de methode van Kjeldahl gebruikt.

C. PHOSPHORZUUR, ORGANISCHE STOF EN ZAND.

10 g. worden gegloeid en bij scheef gelegde kroes de organische stof verbrand. De wit gebrande asch wordt eenige malen met koolzure-ammonia bevochtigd ingedampt, tot geen vermindering van gewicht meer te constateeren is, waardoor het door gloeiing gevormde calcium-oxyde tot calcium-carbonaat wordt teruggebracht. Het gewichtsverlies na aftrek der vochtigheid is het gewicht aan organische stoffen. Met een weinig salpeterzuur (25 cM^3) en water wordt de asch verwarmd; de onoplosbare deelen afgefiltreerd, uitgewasschen, gegloeid en gewogen, geven zand en klei aan. Men filtreert in een maatflesch van 500 cM^3, laat afkoelen, verdunt filtraat en waschwater tot de streep, schudt goed dooreen en bepaalt in 25 cM^3 = 0.5 g. oorspronkelijke stof het phosphorzuur met uraniumoplossing. Vooraf heeft men het toegevoegde salpeterzuur met zuivere kaliloog geneutraliseerd.

3. Beenzwart-afval, beenderasch, kalkphosphaat (praecipitaat), ijzerslakkenphosphaat (kladnophosphaat).

Oud beenzwart of het uitgebuilde fijne beenzwart-afval der suikerfabrieken en raffinaderijen wordt gebruikt tot het vervaardigen van z.g. beenzwart-superphosphaat. Het heeft te meer waarde, hoe meer phosphorzure-kalk het bevat tegenover een laag gehalte van koolzure, kalk, omdat dit laatste zonder eenig nut de hoeveelheid zwavelzuur verhoogt die noodig is om het phosphaat te maken.

Beenderasch verkrijgt men in Zuid-Amerika door verbranding der beenderen en ander dierlijk afval, dat wegens gebrek aan hout, in de groote slachterijen als brandstof gebruikt wordt.

Het gepraecipiteerde phosphorzuur-calcium wordt geleverd door de scheikundige- en lijmfabrieken.

IJzerslak-phosphaten ontstaan bij het verwijderen van phosphorus uit de ijzerertsen. Het daartoe behoorende, grootendeels uit in water onoplosbaar phosphorzuur-alumium-oxyde (kleïaarde) bestaande Kladnophosphaat wordt in de ijzersmelterijen te Kladno in Bohemen verkregen.

A. BEPALING VAN HET WATERGEHALTE.

10 g. worden in een filterdroog-glas 2 à 3 uur bij 110° C., beenzwart bij 140° C. gedroogd. Is de stof zeer vochtig, dan droogt men een grootere hoeveelheid, gebruikt van dit gedroogde gedeelte om het phosphorzuur en, bij beenzwart en beenderasch, het koolzure kalkgehalte te bepalen. De resultaten worden dan op het oorspronkelijke watergehalte teruggerekend.

B. BEPALING VAN HET PHOSPHORZUUR.

10 g. fijn gepoederde stof worden met ongeveer 50 cM^3 water in een kookflesch bevochtigd en met 40 cM^3 salpeterzuur van 1.2 s. g. gekookt. Schuimvorming voorkomt men door een paar druppels aether. Na ongeveer een half uur koken laat men afkoelen, giet de vloeistof en de onoplosbare rest zonder verlies in eene maatflesch van 500 cM^3, spoelt zorgvuldig na, vult op tot de streep, mengt goed dooreen, filtreert door een droog vouwfilter in een droog glas.

In 25 cM^3 filtraat wordt het phosphorzuur met molybdeenzure-ammonia geprecipiteerd en volgens blz. 189 behandeld.

Het gewicht van het ten slotte gewogen pyrophosphorzure-magnesium, met den factor 0.6393 vermenigvuldigd, levert de hoeveelheid phosphorzuur en met 1.3964 de hoeveelheid driebasisch-phosphorzure-kalk.

C. BEPALING DER KOOLZURE-KALK.

Dit geschiedt met het toestel van Scheibler, (zie blz. 97) evenals later bij beenzwart wordt opgegeven.

Berekening der hoeveelheid zwavelzuur noodig om het phosphorzuur oplosbaar te maken.

Door doelmatig dooreenroeren van zwavelzuur met het fijngemalen beenzwart, wordt de ontleding bewerkstelligd. Daartoe moet het zwavelzuur eene dichtheid hebben van 1.53 s.g. of 50° Bé = 50 % zwavelzuur-anhydrid.

Het bijgevoegde zuur lost allereerst het calcium-carbonaat op, dat onder loslating van koolzuur in calcium-sulfaat omgezet wordt. Eerst na deze ontleding begint de werking van het zuur op de driebasisch-phosphorzure-kalk.

Beenzwart heeft theoretisch noodig:

voor elk % koolzure-kalk = 0.800 kilo zwavelzuur-anhydrid
" " " phosphorzure-kalk = 0.516 " " "

en dus de dubbele hoeveelheid van het zuur van 50 %

dus voor koolzure-kalk 1.60 kilo zwavelzuur van 50 %
" " phosphorzure-kalk 1.03 " " " " "

Voorbeeld: Beenzwartafval bestond uit 10.2 % koolzure- en 63.2 % phosphorzure kalk, dus

$$10.2 \times 1.60 = 16.32 \text{ kilo}$$
$$63.2 \times 1.03 = 65.10 \text{ "}$$

op 100 kilo dus 81.42 kilo zwavelzuur van 50° Bé of 1.53 s.g.

Gewoonlijk moet men de theoretisch berekende hoeveelheid zwavelzuur in de practijk vergrooten, omdat men door de werking van het zuur op de organische en andere bestanddeelen het zuur verzwakt en dienten-

gevolge geen volkomen ontleding zou bewerken, wanneer men slechts de berekende hoeveelheid zuur nam.

4. Guano-phosphaten. (Baker-, Mejillones-, Curaçao-guano en dergelijke.)

A. BEPALING VAN HET WATERGEHALTE.

5 g. worden op een horlogeglas gedroogd bij 100° C., totdat het gewicht standvastig blijft. Gewichtsverlies × 20 = % watergehalte.

B. PHOSPHORZUUR-BEPALING.

10 g. stof worden in een maatflesch van 250 cM³ met 100 cM³ water en 40 cM³ salpeterzuur (1.2 s.g.) verwarmd, en een half uur gekookt. Na afkoeling wordt opgevuld en gefiltreerd door een droog vouwfilter in een droog glas.

Daar in deze stoffen gewoonlijk veel ijzeroxyde en kleiaarde aanwezig is, kan ook hier de titreermethode niet worden gebezigd. Men slaat dus in 25 of 50 cM³ filtraat het phosphorzuur met molybdeenoplossing neer en handelt volgens de regels op blz. 189 opgegeven.

C. BEPALING VAN HET KOOLZUUR.

Men maakt gebruik van het toestel van Geisler, zie blz. 155 bij water-analyse en gebruikt daartoe 5 g. der stof.

5. Mineralephosphaten. (Appatiet, phosphoriet, koproliet.)

Deze stoffen, die zelfs door kokend salpeterzuur niet geheel worden opgelost, wanneer zij niet in uiterst fijne verdeeling onderzocht worden, maken het gebruik van kokend zoutzuur noodig. Evenals bij 4 wordt hiervan water, phosphorzuur en koolzuur opgegeven.

A. WATER-BEPALING.

Als bij 4 A.

B. PHOSPHORZUUR.

10 g. phosphorietpoeder worden in een kookflesch van 500 cM³ met 50 cM³ geconcentreerd zoutzuur overgoten en een half uur gekookt. Na afkoeling en opvulling met water tot de streep, wordt dooreengeschud en zonder filtreeren na eenige rust, van het bovenstaande vocht met een pipet 100 cM³ (= 2.0 g. stof) in een kleine porseleinen schaal afgemeten. Op het waterbad tot droogwordens toe verdampt, met

salpeter-zuur bevochtigd, en met heet water opgenomen in een 250 cM³ metende flesch overgebracht, en na afkoeling, met water opgevuld tot de streep. Na te hebben dooreengeschud en gefiltreerd, gebruikt men 50 cM³ (= 0.4 g. stof) om het phosphorzuur neer te slaan met molybdeen-oplossing (zie blz. 189.)

C. KOOLZUUR.

Als bij 4. c is opgegeven.

6. Superphosphaten.

De superphosphaten bevatten behalve de hare waarde bepalende hoeveelheid oplosbaar phosphorzuur, ook nog een grooter of kleiner bedrag aan stikstof.

De laatste stamt af van stikstofhoudende stoffen, als: hoornmeel, zwavelzure-ammonia, Chili-salpeter. Gewoonlijk herkent men aan den naam de gebruikte grondstof, (ontleede Peru-guano, ontleed beendermeel, beenzwart — Baker-guano — superphosphaat).

Een gebrekkige ontleding veroorzaakt, dat meer of minder phosphorzuur onoplosbaar in de fabrikaten voorkomt; de bepaling hiervan is reeds op blz. 188, besproken en toegelicht. Is door een der daar genoemde oorzaken een gedeelte phosphorzuur teruggegaan, dan kan het noodig zijn ook dit gedeelte te bepalen.

Fig. 66.



Voor het afwegen dezer gewoonlijk vochtige en zure superphosphaten wordt geen metaal doch gewoonlijk een glazen schaaltje gebruikt of wel een tareerglas, fig. 66, uit een kort lampeglas gemakkelijk te snijden; het is licht, wordt door de zure stof niet aangetast en heeft een onveranderlijk gewicht.

A. BEPALING VAN HET OPLOSBAAR PHOSPHORZUUR.

20 g. goed vermengde en fijngemaakte stof worden in een matig grooten, met een tuit voorzienen mortier met 50 a 60 cM³ water, met de stamper volkomen fijngedrukt (niet wrijven) en dan zonder verlies en met behulp van een grooten trechter in een literflesch gegoten. Zonder verwijl vult men tot de streep, schudt goed dooreen en filtreert dadelijk door een grooten droog-filter in een droog glas.

In 50 cM³ filtraat wordt het phosphorzuur, bij het al of niet voorhanden zijn van ijzeroxyde en klei, (zie blz. 190) door titreeren met uranium of gewichtsbepaling met molybdeen-oplossing bepaald.

B. BEPALING VAN HET ONOPLOSBAAR PHOSPHORZUUR.

20 g. superphosphaat worden in een kookflesch met 40 à 50 cM³

water en 25 cM^3 salpeterzuur (1.20 s.g.) 15 minuten gekookt, waardoor de onoplosbaar gebleven rest phosphorzuur ontleed wordt. Na afkoeling, wordt de vloeistof en het onoplosbaar gebleven deel in een literflesch overgebracht, zorgvuldig nagespoeld en tot de streep opgevuld, dooreengeschud, gefiltreerd door een droogen filter in een droog glas. In 50 cM^3 van het heldere filtraat (= 1.0 g. stof) wordt het phosphorzuur met molybdeen-oplossing neergeslagen en op de nu bekende wijze bepaald.

Wat er meer gevonden wordt dan bij *a*, wordt als onoplosbaar phosphorzuur opgegeven; was er teruggegaan phosphorzuur aanwezig, dan is dit onder het meer gevondene begrepen.

C. BEPALING VAN HET TERUGGEGAAN PHOSPHORZUUR.

Deze bepaling wordt zelden gevraagd, doch ingeval het noodig mocht zijn, wordt ze op de volgende indirecte wijze uitgevoerd: men bepaalt eerst de totale hoeveelheid phosphorzuur volgens *B* en de in water oplosbare volgens *A*, en ten slotte de niet ontleede hoeveelheid als hieronder vermeld. De hoeveelheid van het meer aanwezige dan onder *A* + *B* gevonden, wordt als teruggegaan phosphorzuur berekend.

In een kleinen mortier met tuit worden 5 g. superphosphaat met water zeer fijn gewreven, op een kleinen vouwfilter gespoeld en herhaaldelijk met water uitgewasschen. Het filtraat mag ongeveer 250 cM^3 worden; het bevat het op deze wijze uit de stof getrokken in water oplosbare phosphorzuur en wordt niet verder gebruikt. De vochtige stof wordt met den filter in een porseleinen schaal gebracht en dan voegt men 100 cM^3 ammonium-citraatoplossing er bij, waarvan de bereiding bij „Chemicaliën" is opgegeven. Men werkt alles goed dooreen en verwarmt ongeveer een half uur op het waterbad bij 40° C. Nogmaals wordt nu de inhoud der schaal over een kleinen vouwfilter gefiltreerd, met een verdunde ammonium-citraatoplossing uitgewasschen, waardoor het teruggegaan phosphorzuur in oplossing is gebracht. Ook dit filtraat kan men verwijderen; de rest, waarin nu nog al het onopgeloste phosphorzuur, aanwezig is, wordt met den filter in een platinakroes verbrand; de asch wordt in een kookfleschje van 250 cM^3 gedaan, met 25 cM^3 zoutzuur overgoten, een half uur gekookt, en na afkoeling met water tot de streep opgevuld. Van de goed dooreengeschudde oplossing worden, zonder dat men filtreert, 150 cM^3 = (3 g. stof) in een porseleinen schaal op het waterbad tot droogwordens toe verdampt; de rest met salpeterzuur bevochtigd, wordt met water in een fleschje van 100 cM^3 inhoud gespoeld, tot de streep opgevuld, goed dooreengeschud en gefiltreerd in een droog glas. In 50 cM^3 = 1.5 g. stof wordt nu door molybdeen-oplossing het phosphorzuur bepaald.

Heeft men b.v. in zuiver superphosphaat volgens *A* 15 % in water oplosbaar, volgens *B* 17 % totaal phosphorzuur gevonden en volgens

de zooeven beschreven wijze 1.1 % onopgelost phosphorzuur, dan is 17 — (15 + 1.1) = 0.9 % als teruggegaan phosphorzuur in de onderzochte stof aanwezig geweest.

D. BEPALING DER STIKSTOF.

Wanneer bij het voorgaande onderzoek, de stof geen groote hoeveelheid salpeterzure-zouten heeft aangetoond, wordt de stikstof volgens Kjeldahl of anders door verbranden met natronkalk bepaald, waartoe men volgens de te verwachten hoeveelheid stikstof 1 à 3 g. gebruikt. Om deze kleine hoeveelheid zoo goed mogelijk aan het geheele monster gelijk te maken, wrijft men 20 à 30 g. der fijn gepoederde stof, in een mortier zoolang, totdat de — gewoonlijk deegvormige — stof niet de minste ongelijkheid meer vertoont. Met een kleine spatel steekt men dan op verschillende plaatsen kleine gedeelten er uit, tot de noodige hoeveelheid op het tarreerglas voorhanden is, en stelt nu nauwkeurig het gewicht vast. Om een spoedige en goede vermenging met de natronkalk, ook al zijn er geen ammoniazouten voorhanden, te verkrijgen, wordt hier het vermengen met gebrande gips zooals op blz. 181 is aanbevolen, zeer aangeraden. De vulling en verbranding geschiedt op dezelfde wijze als daar is aangeduid.

Is stikstof uitsluitend als ammonia voorhanden of is de hoeveelheid der in dezen vorm aanwezige stikstof te bepalen, dan werkt men naar het voorbeeld op blz. 184 aangegeven en bepaalt de stikstof met den azotometer. In den laatsten tijd komen superphosphaten in den handel, waarvan het stikstofgehalte geheel of grootendeels door de bijgevoegde Chili-salpeter wordt beheerscht. De bepaling der totale hoeveelheid stikstof in zulke mengsels is omslachtig en men heeft daarvoor toestellen en methoden noodig, die in het bestek van dit werk niet meer passen. De beste methode is nog die van Schlösing, waarop wij hier alleen maar de aandacht vestigen. Zie het slot van hoofdstuk IX.

7. Chili-salpeter, kali-natronsalpeter.

In Chili wordt de salpeter gewonnen door doelmatige uitlooging van zekere salpeterhoudende grondlagen, die hoofdzakelijk uit salpeterzuur-natrium bestaan en dus onvervalscht, slechts zeer kleine hoeveelheden van chloor-natrium en calcium-sulfaat, sporen magnesiumzouten, eenige vochtigheid, alsmede organisch en anorganisch vuil (zand en klei) mag bevatten. De bepaling der hoeveelheid salpeterzuur-natrium kan dus op indirecte wijze geschieden door de verontreinigingen te bepalen en wat aan 100 ontbreekt na optelling der gevonden stoffen als natron-salpeter op te geven. Het bedrag aan stikstof is bij goede zuivere waar 15.5 %.

De kali-natronsalpeter bevat nagenoeg dezelfde hoeveelheid stikstof,

doch bevat een goed deel kali, in afwisselende hoeveelheden. De indirecte manier is hier dus niet toepasselijk; men bepaalt het salpeterzuur volgens *F* en het gehalte aan kali volgens blz. 191.

Somtijds wordt de salpeter vervalscht met soda, keukenzout, zwavelzure-magnesia of bitterzout, zwavelzure-soda of glauberzout en met Stassfurter zouten; men onderzoekt de waterige oplossing alsdan qualitatief. Soda wordt door opbruising van koolzuur na bijvoeging van het zuur herkend, chloorverbindingen door zilver-nitraat, zwavelzure-zouten door chloor-barium, magnesium-zouten geven de bekende neerslag na toevoeging van ammonia en natrium-phosphaat.

A. Bepaling der vochtigheid.

5 g. worden bij 110° C. gedroogd, ongeveer twee uren lang. Gewichtsverlies is = water.

B. Bepaling van organische en anorganische bijmengsels, zand en klei.

20 g. salpeter worden in een bekerglas in ongeveer 400 cM³ heet water opgelost. Het onoplosbaar gedeelte wordt op een vooraf gedroogden en gewogen filter verzameld, met heet water uitgewasschen, gedroogd en gewogen. Wat er nu meer is aan gewicht dan de filter woog, zijn de genoemde stoffen en worden als onoplosbaar in water opgegeven. Afzonderlijke bepaling van ieder is onnoodig. Het filtraat vangt men in een literflesch op, vult tot de streep, schudt goed dooreen, en gebruikt daarvan voor de volgende onderzoekingen.

C. Bepaling van het calcium-sulfaat.

In 200 cM³ filtraat = 4 g. stof wordt na toevoeging van zoutzuur met chloor-barium het zwavelzuur als barium-sulfaat neergeslagen. Het gegloeide barium-sulfaat met den factor 0.5832 vermenigvuldigd geeft de hoeveelheid calcium-sulfaat of gips.

D. Bepaling van chloor-natrium.

200 cM³ filtraat met $^1/_{10}$ normaal zilver-nitraatoplossing getitreerd en de verbruikte cM³ zilversolutie met 0.00584 vermenigvuldigd geeft het gehalte aan chloor-natrium in 4.0 g. stof

M a g n e s i u m-z o u t e n zijn gewoonlijk zoo weinig voorhanden, dat de vaststelling daarvan gerust kan nagelaten worden.

V o o r b e e l d. De waterbepaling leverde van 5 g. Chili-salpeter een verlies van 0.130 g. × 20 = 2.60 % water.

20 g. bevatten 0.021 g. in water onoplosbare stoffen is dus 0.105 %.

Van 200 cM³ filtraat (4 g. salpeter) werd 0.024 g. barium-sulfaat gewogen, en daaruit 0.024 × 0.5832 = 0.014 g. of 0.35 % gips berekend.

De titrage met zilversolutie verbruikte voor 200 cM³ filtraat 6.2 cM³ dus 6.2 × 0.00584 = 0.03621 g. of 0.91 % chloornatrium.

Er is dus gevonden:

	2.60	%	water,
	0.11	„	zand enz.,
	0.35	„	gips,
	0.91	„	chloor-natrium,
=	3.97	%	onzuiverheden,
dus	96.03	„	voor salpeterzuur-natrium
	100.—	%	

opgegeven worden.

In den handel wordt niet het gehalte van natrium-nitraat, doch wel de stikstof-percenten opgegeven. Men vindt dit getal door vermenigvuldiging van natrium-nitraat met den factor 0.1650. In ons voorbeeld zou dus

96.03 × 0.1650 = 15.8 % stikstof opgegeven worden.

E. BEPALING VAN HET KALI IN KALI-NATRON-SALPETER.

20 g. worden in een literflesch met heet water overgoten, een weinig zoutzuur en zeer weinig chloorbarium-oplossing toegevoegd, tot het kookpunt verhit en na afkoeling tot de streep opgevuld, dooreengeschud en gefiltreerd. 25 cM³ filtraat = 0.5 kali-natronsalpeter, worden tot droogwordens toe verdampt. Het salpeterzuur ontwijkt en de daaraan gebonden basen worden in chloriden omgezet.

De droge rest neemt men met een weinig water op en voegt er een voldoende hoeveelheid chloor-platina-oplossing bij en handelt juist als op blz. 192 is opgegeven. Het ten slotte gewogen kalium-platinazout met den factor 0.1940 vermenigvuldigd, geeft het kali en dit, wanneer het gevraagd wordt, met 2.1468 vermenigvuldigd, de hoeveelheid kali-salpeter.

V o o r b e e l d. 25 cM³ van het filtraat (= 0.5 g. kali-natronsalpeter) geven

glas + filter + platinazout	36.6132	g.
glas + filter	36.1912	„
kalium-platinazout	0.4220	g.

0.4220 × 0.1940 = 0.08187 g. kali in 0.5 g. dus in 100 deelen

16.37 % kali

of 16.37 × 2.1468 = 35.14 % kali salpeter.

Indien nu bij de bepalingen onder *A*, *B* en *C* een gehalte van onzuiverheden is gevonden gelijk aan: 3.75 %, dan zou de onderzochte kali-natronsalpeter bestaan uit:

3.75	%	onzuiverheden
35.14	„	kalisalpeter en (als rest)
61.11	„	natronsalpeter
100.—	%	

Om de stikstof van de beide nitraten te berekenen worden de volgende factoren gebruikt: voor kali-salpeter 0.1388 en voor natron-salpeter 0.1650, dus

35.14 × 0.1388 = 4.88 % stikstof
61.11 × 0.1650 = 10.08 „ „

Totaal aan stikstof 14.96 %.

F. BEPALING VAN HET SALPETERZUUR.

Voor de directe bepaling der stikstof in zuivere Chili- zoowel als in kali-natronsalpeter, kan van de methode van Reich [1]) gebruik gemaakt worden, waarbij men door het gloeien van de salpeter met kiezelzuur (kwartspoeder) het salpeterzuur verdrijft en die hoeveelheid uit het verlies van gewicht berekent [2]).

In een niet te klein porseleinen schaaltje of platina-kroes gloeit men 8 à 10 g. fijn gepoederd, koolzuur-vrij kwartszand (door uittrekken met een zuur afgewasschen), na afkoeling in den exsiccator weegt men af. Na toevoeging van 1 à 1.5 g. fijngewreven salpeter, weegt men opnieuw om de hoeveelheid salpeter nauwkeurig te weten en mengt men nu met een dun glasstaafje goed door elkander. De glasstaaf veegt men met een klein stukje filtreerpapier af, dat ook in den kroes komt. Dit mengsel verhit men gedurende 4 à 5 uren, zoo dat slechts een derde gedeelte van de kroes gloeit, daar bij al te sterke gloeiing allicht voorhanden zijnd chloornatrium kon vervluchtigen, laat in den exsiccator afkoelen en weegt opnieuw. Het verlies aan gewicht, waarvan men het watergehalte aftrekt, is gelijk aan het salpeterzuur-anhydrid. Met den factor 0.2599 vermenigvuldigd krijgt men als resultaat het stikstofgehalte.

Voorbeeld:	kroes + zand + kali-natronsalpeter	32.5776	g.
	kroes + zand	31.1276	„
	kali-natronsalpeter........	1.4500	g.
	kroes voor het gloeien...........	32.5776	g.
	„ na „ „	31.7069	„
	gloeiverlies (salpeterzuur-anhydrid en water	0.8707	g.

Het watergehalte volgens *A* = 2.60 % dus in de gebruikte 1.450 g.:

$$100 : 2.60 = 1.45 : x$$
$$x = 0.0377 \text{ g. water}$$

[1]) Fresenius' Zeitschrift f. analytische Chemie IX, 180, als ook XII, 281.
[2]) Zie ook methode Schlösing, Hoofdstuk IX.

gloeiverlies = 0.8707 g.
water = 0.0377 „

salpeterzuur-anhydrid 0.8330 g.

$0.8330 \times 0.2599 = 0.21650$ g. stikstof in 1.450 g. salpeter.

Dus zijn aanwezig volgens den regel:

$$1.450 : 0.21650 = 100 : x$$
$$x = 14.93\ \%\ \text{stikstof.}$$

8. Zwavelzuur-ammonium.

Zwavelzuur ammonium of zwavelzure-ammoniak, dat in den vorm van een grof, meer of minder gezuiverd kristalpoeder in den handel komt, wordt, wegens het hooge stikstofgehalte, veeltijds met superphosphaten vermengd, als een krachtig werkende meststof gebezigd. Vochtigheid en stikstof worden quantitatief, rhodaan-, (of zwavelcyaan-ammonium wordt qualitatief bepaald. De giftige werking van dit laatste wordt door velen te hoog aangeslagen.

Voegt men bij eene waterige oplossing van het zout eenige druppels zoutzuur en ijzerchlorid-oplossing, dan kleurt zich bij aanwezigheid van rhodaanverbindingen de oplossing bloedrood.

IJzeroxydul wordt door de blauwe kleur aangetoond, na toevoeging van rood bloedloog-zoutoplossing.

Vrij zuur mag eveneens niet aanwezig zijn.

De stikstof kan worden bepaald door verbranding met natronkalk, waartoe men 1.5 à 2 g. der fijn gewreven stof gebruikt, en 20 cM^3 normaal zwavelzuur in het ontvangkolfje doet; de uitvoering en de berekening geschiedt juist, als op blz. 181 is aangegeven. Sneller en nauwkeuriger is de bepaling met den azotometer (blz. 184).

Men lost voor dit doel 20 g. stof in een literflesch op. Na opvullen tot de streep en goed dooreenschudden, wordt zonder filtreeren 10 cM^3 (= 0.20 g. stof) dezer oplossing op de vroeger beschreven wijze met broomloog behandeld. Het gehalte aan stikstof in het onderzochte ammoniakzout wordt direct in percenten opgegeven, of wel men rekent met behulp van den factor 1.2141 de hoeveelheid ammonia, uit die bij goede waar ongeveer 20 % bedraagt.

9. Kalizouten. Houtasch.

Onder verwijzing naar datgene, wat over den kalimest in het algemeen, hare samenstelling en onderzoek reeds op blz. 191 e. v. gezegd is, zijn hier nog de volgende opmerkingen noodig.

Daar de handelswaarde der bovengenoemde stoffen uitsluitend van de hoeveelheid kali of hare verbindingen afhangt, zoo is het voldoende, van de verschillende voor den landbouw bijna waardelooze stoffen, alleen de bepaling der kali uit te voeren.

Daartoe gebruikt men 10 g, bij stoffen die arm aan kali zijn 20 g. van het fijn gewreven en goed vermengde monster en maakt daarvan, na het zwavelzuur te hebben geprecipiteerd, een oplossing van 1000 cM^3. 50 cM^3 worden op de vroeger beschreven wijze met platina-chlorid behandeld.

Met betrekking tot de uitvoering der analyse en de berekening wordt naar blz. 192 verwezen.

10. Loog-afval (van de melasse-ontsuikering).

De loogafval en de bepaling der bestanddeelen wordt later bij het hoofdstuk: Kalksaccharaten uitvoerig beschreven. Het is een vrij goede meststof, die wegens het gehalte aan kali en stikstof gewaardeerd en betaald wordt. Voor dit doel bepaalt men naast die beide stoffen ook het specifiek gewicht der loog, om de verkregen resultaten op gewichtspercenten te kunnen omrekenen.

A. BEPALING VAN HET KALI-GEHALTE.

50 cM^3 der loog worden op het waterbad in een platina-schaal zoo ver mogelijk ingedampt, en in een moffel verbrand. De witte asch lost men — om wegspatten te voorkomen dekt men met een horlogeglas af — in een weinig zoutzuur op, spoelt de verkregen oplossing in een 250 cM^3 kolfje, slaat met eenige druppels chloor-barium de kleine hoeveelheid zwavelzuur neer, vult na afkoeling tot de streep, mengt goed dooreen en filtreert door een drogen kleinen vouwfilter in een drooggIas.

In 25 cM^3 filtraat (= 5 cM^3 loog) — bij zwakke loog het dubbele — bepaalt men de kali met platina-oplossing volgens blz. 192. (de factor is 0.1940).

Voorbeeld: 5 cM^3 loog geven:

glas + filter + kalium-platinazout	32.9515	g.
glas + filter	31.9155	"
kalium-platinazout	1.0360	g.

$$1.0360 \times 0.1940 = 0.20098 \text{ g. kali}$$
$$5 : 0.20098 = 100\ x$$
$$x = 4.01 \text{ volume-percenten kali.}$$

B. STIKSTOFBEPALING.

In den vorm van organische verbindingen bevindt zich de stikstof in de loog en kan de laatste door verbranding met natronkalk bepaald worden. Tot het indampen maakt men gebruik van kleine uit zeer dun glas gemaakte schaaltjes — Hofmeister's schaaltjes. Onder toevoeging van een weinig gebrande gips, dampt men op het waterbad

25 cM³ loog in, droogt bij 100° C. in de droogkast en handelt bij de vulling van de verbrandingsbuis enz. precies als blz. 181 opgeeft; en wel zoo dat men schaaltje + inhoud en natronkalk te zamen fijnwrijft. De stof blijft meest zeer week en is wegens zijn taaiheid moeilijk met de natronkalk te vermengen en daardoor is deze vermenging een zeer onaangenaam werk. De verbranding, de latere titreering en uitrekening, worden juist als op blz. 182 is beschreven, uitgevoerd.

Voorbeeld: 25 cM³ loog zijn ingedampt

20 cM³ getitreerd zwavelzuur	= 0.28020 g. stikstof	
27.3 „ „ baryt	= 0.07652 „ „	
25 cM³ loog	= 0.20368 g.	

dus 100 cM³ = 0.81 g. of volume-percent stikstof.

Wil men de methode Kjeldahl, die hier zonder twijfel de voorkeur verdient, volgen, dan pipetteert men 25 cM³ loog in de ontledingsflesch en laat ze dan in de droogkast bij 100° C. zoo ver mogelijk verdampen. Het overblijvende behandelt men volgens blz. 186 met het zuurmengsel; de wijze van onderzoek is verder daaraan geheel gelijk.

Ter omrekening in gewichtspercenten deelt men eenvoudig de verkregen resultaten door het spec. gewicht. Wanneer men bij 17½° C. gevonden heeft 1.0426, s.g., worden de cijfers:

$$\frac{4.01}{1.0426} = 3.85\ \%\ \text{kali}$$

$$\frac{0.81}{1.0426} = 0.77\ „\ \text{stikstof.}$$

11. Schuimaarde (Filterpersschuim).

Bij de scheiding en saturatie der suikersappen verkregen schuim bestaat hoofdzakelijk uit geprecipiteerde dus zeer fijn verdeelde koolzure-kalk en bevat bovendien kleine hoeveelheden phosphorzuur en kali, alsmede de uit de sappen afgescheiden eiwithoudende stoffen (dus ook stikstof), en eindelijk een grooter of geringer watergehalte afhankelijk van het uitzoeten der perskoeken.

Het schuim is dus een meststof, die in verband met de bovengenoemde stoffen zijne waarde heeft.

Men droogt allereerst, een grooter 100 à 200 g bedragend doorsneêmonster van het versche schuim volkomen uit en gebruikt de watervrije gemakkelijk tot een fijn poeder te wrijven stof voor alle bepalingen. Tegelijkertijd bepaalt men van een klein deel het watergehalte nauwkeurig, ten einde de gevonden resultaten op het versche schuim te kunnen verrekenen.

A. BEPALING WATERGEHALTE.

10 g. versch schuim worden op de bekende wijze bij 100° C. in de droogkast gedroogd en het verlies in gewicht als water opgegeven.

B. BEPALING DER KOOLZURE-KALK.

Deze wordt met gebruikmaking van het gedroogde deel, evenals bij de analyse van kalksteen is opgegeven, met Scheibler's toestel of met het toestel van Geisler uitgevoerd.

C. BEPALING VAN HET PHOSPHORZUUR.

25 g. watervrije stof, met een weinig heet water in een 250 cM^3 fleschje gespoeld, worden met zooveel salpeterzuur overgoten, tot het opbruisen bij vernieuwde toevoeging niet meer waar te nemen is. De oplossing wordt verwarmd en na afkoeling tot de streep verdund, dooreengeschud en door een drogen vouwfilter in een droog glas gefiltreerd. In 100 cM^3 = 10 g. stof wordt het phosphorzuur met molybdeen-oplossing geprecipiteerd en volgens blz. 189 behandeld.

D. BEPALING DER KALI.

25 g. watervrije stof worden in een 250 cM^3 flesch, evenals onder *C* gemeld is, doch nu met zoutzuur behandeld. 100 cM^3 van het filtraat = 10 g. stof doet men in een ruim bekerglas, verhit tot het kookpunt en voegt ammonia, koolzure-ammonia en wat oxalzuur-ammonia bij, tot bij verdere toevoeging van het laatste geen precipitaat meer ontstaat, filtreert den neerslag af, dampt het filtraat en de waschwaters in een platina-schaal uit tot volkomen droogte. Men gloeit matig om de ammoniakzouten te verdrijven, neemt het restant met een weinig heet water op en filtreert door een kleinen filter. Bij de waschwaters, vereenigd in een porseleinen schaal, voegt men een weinig platina-chloridoplossing en handelt volgens de regels op blz. 192 opgegeven.

De hoeveelheid van het ten slotte verkregen kalium-platinachlorid wordt met een gewogen filter bepaald en op kali omgerekend.

E. BEPALING VAN DE STIKSTOF.

Het beste bepaalt men in dit geval de stikstof door verbranding met natronkalk en gebruikt daartoe 5 g. der watervrije stof en legt 20 cM^3 normaal zwavelzuur in den ontvanger voor (zie het voorbeeld blz. 182).

Het resultaat der onderzoekingen wordt zooals reeds is gemeld op het versche ongedroogde schuim omgerekend.

Voorbeeld. Het onderzoek der watervrije stof gaf:

87.30	%	koolzure-kalk,
1.37	„	phosphorzuur,
0.11	„	kali,
0.25	„	stikstof,

de waterbepaling in het natte schuim 44.9 %,
er bleef dus als droge stof terug 55.1 "

100.— %.

Volgens den regel

$100 : 87.3 = 55.1 : x$

$x = 48.10$ % koolzure-kalk en, als men dezelfde berekening toepast op de andere cijfers, verkrijgt men

48.10 % koolzure-kalk
0.75 " phosphorzuur
0.06 " kali
0.14 " stikstof.

IX.

ONDERZOEK VAN PLANTENASCH.

Hoewel niet speciaal in onze rubriek der meststoffen behoorende, voeren wij hier de beschrijving der analysen van asch in het algemeen aan, 1°. tot beter verstand van hetgeen bij de analyse van beenzwart, enz. volgt; 2°. omdat reeds in de vorige bladzijden nu en dan op deze analyse is gewezen.

Te meer nog is de analyse van plantenasch belangrijk, omdat wij, hoewel in onvoldoende mate, daardoor de kennis bekomen van die stoffen, welke de plant uit den grond heeft opgenomen en die wij dus door het inbrengen van daarvoor geschikten mest telkenreize weer in den grond terugvoeren.

De stoffen, die voornamelijk in de asch der planten worden aangetroffen, zijn:

Basen:

Potasch, soda, kalk, ijzeroxyd, mangaan-oxydul.

Zuren of lichamen, die deze vervangen:

Kiezelzuur, phosphorzuur, zwavelzuur, koolzuur, chloor.

Behalve deze vindt men somtijds nog baryt, strontiaan, koperoxyd, enz., die echter zelden als in de plant aanwezig gedacht kunnen worden, maar veeleer door oorzaken van buiten af, bij de verbranding of anderszins zijn ontstaan.

Het onderzoek dezer laatste stoffen komt ons minder noodig voor, te meer daar men slechts uiterst geringe hoeveelheden kan aantoonen. Wij behandelen dus in de volgende regels 1. het maken der asch; 2. het onderzoek op bovengenoemde stoffen, 3. opstelling der resultaten en 4. berekening der gevonden aschbestanddeelen op de planten, waarvan zij afkomstig zijn.

I. Het maken der asch.

Bij het maken der asch komen de volgende opmerkingen te pas:
1. de te verbranden plant of plantendeelen moeten niet met iets anders verontreinigd zijn;
2. de asch moet bijna geen onverbrande deelen bevatten;
3. door de wijze van gloeiing mogen geen belangrijke bestanddeelen verloren gaan.

Om de eerste bepaling na te komen, moet men zorgvuldig reinigen; niet altijd gelukt het klei en zand door wrijven of borstelen te verwijderen.

Om aan de 2e en 3e bepaling te voldoen, moet men zorg dragen, dat de gloeiing bij eene zeer lage temperatuur (donkere roodgloei-hitte) en eene goed geregelde trekking der lucht plaats vindt. Als men te sterk gloeit, smelten niet alleen de chloormetalen en de phosphorzure-alcaliën, maar ook een gedeelte der chloormetalen vervliegt.

Tegenwoordig worden voor het maken van asch de door Erdmann en Strecker aanbevolen moffels gebruikt; zij zijn vervaardigd van de stof der Hessische smeltkroezen, zijn 25 cM. lang, 17 cM. breed en 12 cM. hoog. De moffels zet men in ovens, waarin zij van voren worden ingeschoven; zij hebben geen aftrekpijp en worden aan de voorzijde door een deksel met gaten gesloten. De zoo ontstane circulatie is voor de verbranding der verkoolde stof voldoende.

Men droogt ten eerste de stof (100 g.) bij 100—110° C. Wortels snijdt men in dunne schijven en legt ze op glazen platen. De gedroogde stof weegt men, doet ze dan in een vlakke platina-schaal of kroes in den moffel en verhit langzaam.

Zoodra geene verbrandingsproducten meer ontwijken, vermeerdert men de hitte, echter niet hooger dan tot eene bij dag nauwlijks zichtbare roodgloei-hitte. Bij deze temperatuur, waarbij noch chloor-natrium (keukenzout), noch pyrophosphorzure-soda smelten, verbrandt de kool onder zwak gloeien, en in 12 uren heeft men eene voldoende hoeveelheid asch, die genoegzaam zonder kooldeeltjes is.

Wil men de nadere bestanddeelen leeren kennen der zouten, die de suikerplanten in zich opnemen, dan maakt men gebruik van de methode, opgegeven bij de melasse, d. w. z. men verkoolt eerst een bepaald gewicht melasse, trekt de kool met water uit en verbrandt daarna de kooldeeltjes, terwijl men het filtraat bij de asch der kooldeeltjes terugbrengt en gezamenlijk indampt en zacht gloeit. Men denke er aan, dat bij zeer sterke gloeihitte chloor verloren gaat en phosphorzure zouten smelten kunnen.

Omroeren is niet doelmatig, omdat de asch daardoor het luchtige verliest en enkele deeltjes door het samenpakken niet volkomen verbranden. Nadat de verbranding is afgeloopen, weegt men de asch, wrijft, vermengt en doet ze in eene stopflesch.

II. Onderzoek der asch.

De verkregen asch kan men volgens haar voornaamste bestanddeelen in de beide volgende afdeelingen brengen:

a. Asch, waarin hoofdzakelijk koolzure-alcaliën en koolzure-alcalische aarden aanwezig zijn;

b. Asch, waarin phosphorzure-alcaliën en phosphorzure-alcalische aarden aanwezig zijn.

a. Qualitatieve analyse.

1. Men onderzoekt, of de asch door verwarming met zoutzuur geheel kan opgelost worden. Bruist eene asch sterk bij het opgieten van het zuur, dan kan men van de oplossing verzekerd zijn.
2. Behandelt men de zoutzure oplossing der asch, na verwijdering van het kiezelzuur en het grootste gedeelte der vrije zuren, met een azijnzuur-alcali, of neutraliseert men met ammonia en voegt men azijnzuur bij, dan scheidt zich een geelachtig witte neerslag af, — phosphorzuur-ijzeroxyd. Het is nu belangrijk, dat men weet, of er, behalve het phosphorzuur, dat de neerslag bevat, nog meer phosphorzuur aanwezig is. Ten einde hierop antwoord te krijgen, filtreert men den neerslag af en voegt bij het filtraat ammonia in overmaat. Ontstaat hierdoor geen neerslag, of is een ontstane neerslag rood en bestaat hij dus uit ijzeroxyd-hydraat, dan bevat de asch geen phosphorzuur meer. Ontstaat echter een witte neerslag, dan is het zeker, dat de asch zooveel phosphorzuur bevat, als het daarin aanwezige ijzeroxyd kan binden; de asch behoort dan tot de 2e afdeeling.

b. Quantitatieve onderzoeking.

a. Asch met voorheerschende koolzure-alcaliën, waarin al het PO_5 aan ijzeroxyd gebonden wordt gedacht.

Al de bestanddeelen bepaalt men in twee deelen der asch A en B.
In B bepaalt men koolzuur en chloor;
〃 A de overige bestanddeelen.

A.

1. *Bepaling van kiezelaarde, kool en zand.*

4 à 5 g. asch worden in eene porseleinen schaal met een weinig water overgoten en daarna wordt zoutzuur bijgevoegd. Bevat de asch veel koolzure zouten, dan dekt men de schaal met een omgekeerden

trechter, in welks buis een klein trechtertje hangt, waardoor men het zoutzuur giet. Op deze wijze wordt elk verlies door het opbruisen voorkomen. Zoodra het koolzuur niet meer ontwijkt, spuit men de trechters in de schaal af. Men verwarmt matig, tot men — behalve de gemakkelijk herkenbare deeltjes kool en zand — geen onopgeloste asch meer waarneemt, en verdampt ten laatste in een waterbad, onder omroeren en wrijving van alle kluitjes tot droogwordens toe.

Na afkoeling maakt men de droge stof vochtig met geconcentreerd zoutzuur, verwarmt haar, na inwerking gedurende een half uur, met eene goede hoeveelheid water totdat zij begint te koken en filtreert de zure vloeistof door een bij 100° C. gedroogden en gewogen filter van sterk papier.

Op den filter blijft de kiezelaarde, vermengd met kool en zand, terug. Men droogt zorgvuldig na volkomen afwassching en doet de stoffen in eene platina-schaal, zonder den filter te beschadigen. Is het poeder volkomen droog, dan gelukt dit meestal heel goed en blijft er slechts zooveel aan het papier hangen, dat dit door de kool zwart gekleurd schijnt. Het poeder wordt een half uur met kiezelzuur-vrije soda-loog gekookt (of met eene geconcentreerde oplossing van koolzure soda), waarbij het kiezelzuur geheel oplost, zonder dat van het zand en de kool iets wordt aangetast. Men filtreert over denzelfden filter, wascht het onopgeloste goed uit en droogt den filter bij 100° C., totdat geen gewichtsvermindering meer plaats heeft. Het poeder wordt na aftrek van het gewicht des filters als k o o l en z a n d in rekening gebracht.

Het met zoutzuur oververzadigde filtraat geeft, afgefiltreerd en uitgewasschen met daaraan verbonden decanteering, het kiezelzuur als een geleiachtigen neerslag, dien men scherp droogt en ten laatste gloeit en weegt.

$$\begin{array}{rl} Si & = 14 \\ O_2 & = 16 \\ \hline \text{kiezelzuur} & = 30 \end{array}$$

2. *Bepaling der overige bestanddeelen, behalve chloor en koolzuur.*

De zoutzure oplossing, die wij verkregen hebben door het affiltreeren der kiezelaarde en het waschwater, vermengt men goed en deelt het mengsel in 4 gelijke deelen. Het gemakkelijkst gaat de verdeeling, wanneer men in eene 200 cM³ houdende flesch filtreert, tot de streep opvult en met een pipet van 50 cM³ vier malen een gedeelte afmeet. De vierde portie dient als reserve voor de drie eerste, die wij *a*, *b* en *c* noemen. In *a* bepaalt men het phosphorzuur-ijzeroxyd en de alcalische aarden, in *b* het zwavelzuur, in *c* de alcaliën.

a. Bepaling van het phosphorzuur-ijzeroxyd en de alcalische aardmetalen.

Men behandelt de vloeistof met ammonia, tot de ontstane neerslag

niet meer verdwijnt; voegt er nu azijnzure-ammonia en zooveel vrij azijnzuur bij, totdat de vloeistof duidelijk zuur reageert. De blijvende geelwitte neerslag, die bij matige verwarming het best afzet, is phosphorzuurijzeroxyd. Men filtreert, wascht met heet water uit, droogt, gloeit en weegt als $Fe_2O_3PO_5$ en brengt dat als zoodanig in rekening.

$$\begin{aligned} PO_5 &= 71 \\ Fe_2O_3 &= \underline{80} \\ & 151 \end{aligned}$$

Het filtraat verzadigt men met ammonia, voegt dan oxalzure-ammonia in voldoende overmaat met nog wat ammonia toe, zoodat de vloeistof er naar riekt, en zet haar, met een glas bedekt, minstens 12 uren op eene warme plaats, totdat de neerslag volkomen gevormd is. Men giet de heldere vloeistof voorzichtig en zoo, dat de neerslag niet omgeroerd wordt, door een filter, wascht den neerslag met heet water verscheidene malen door decanteeren uit en spoelt haar ten laatste met heet water op den filter. Men lette er op, niet eerder eene nieuwe portie op te gieten, voor en aleer de vloeistof volkomen doorgeloopen is. Deeltjes, die aan het glas hechten, neemt men met eene rechte, kort afgesneden penneschacht of een stukje patent-gomlastiek, dat over een roerstaafje geschoven is, af. Na het uitwasschen droogt men den filter in den trechter, doet den neerslag in een platina-kroes en verbrandt den filter, waaraan men zoo weinig mogelijk gelaten heeft, aan een platina-draad en gloeit de daarvan komende asch afzonderlijk in een kroesje of in het deksel van den platina-kroes. Men zet nu het deksel op den kroes, waarin de neerslag zich bevindt, maar zoo, dat de filterasch niet bij den neerslag komt, verwarmt den kroes eerst zeer matig en dan iets sterker, tot de bodem van den kroes even donkerrood gloeit. Deze temperatuur houdt men 5 minuten, terwijl men het deksel van tijd tot tijd even afneemt. Dan laat men in den exsiccator afkoelen en weegt. Volgt men de bovenbeschreven wijze van afwasschen en gloeien, dan zijn de resultaten nauwkeurig. Vooral lette men er op, dat niet te hard gegloeid wordt.

$$\begin{aligned} CaO &= 28 \\ CO_2 &= \underline{22} \\ & 50 \end{aligned}$$

Ook kan men de verkregen oxalzure-kalk volgens de maat-analyse zeer nauwkeurig bepalen. Men lost daartoe de verkregen oxalzure-kalk, die men op den filter heeft teruggehouden, in een weinig salpeterzuur en titreert met overmangaanzure-potaschoplossing, volgens de op blz. 147 aangegeven wijze.

Bij het filtraat der oxalzure-kalk (dat men sterk indampt) voegt men chloor-ammonium, ammonia en phosphorzure-soda, roert om zonder de wanden van het bekerglas te raken en laat het mengsel 12 uren goed bedekt op eene koele plaats staan.

Nu filtreert men, doet den neerslag op den filter en spoelt de laatste deeltjes van den neerslag met een gedeelte der doorgeloopen vloeistof

op den filter. Nadat alles is afgedroppeld, wascht men den neerslag met een mengsel van 1 deel ammonia van 0.96 S. g. in 3 deelen water voorzichtig zoolang uit, tot eenige droppels der afloopende vloeistof, met salpeterzuur-zilveroxyd behandeld, slechts een zwak opaliseeren vertoonen. Men droogt volkomen, doet den neerslag in den platina-kroes en verhit met opgelegd deksel eerst een geruimen tijd matig, ten laatste onder heftig gloeien. Den filter, waaraan men zoo weinig mogelijk heeft gelaten, verbrandt men aan een platina-draad, doet de asch in den kroes, gloeit nog eens, laat afkoelen en weegt als pyrophosphorzure-magnesia.

$$\begin{aligned} PO_5 &= 71 \\ 2\,MgO &= \underline{40} \\ & 111 \end{aligned}$$

b. Bepaling van het zwavelzuur.

Men behandelt de vloeistof met chloorbarium bij kookhitte, laat afzetten, verbindt het uitwasschen met decanteeren door middel van heet water, spoelt ten laatste alles met heet water op den filter en zet het uitwasschen zoolang voort, tot de afloopende vloeistof door zwavelzuur niet meer troebel wordt. Men droogt, gloeit met afzonderlijke verbranding van den filter, laat afkoelen en weegt.

$$\begin{aligned} BaO &= 76.5 \\ SO_3 &= \underline{40.—} \\ & 116.5 \end{aligned}$$

c. Bepaling der alcaliën.

Men behandelt de vloeistof *c* met zooveel chloorbarium, als voor het neerslaan van het zwavelzuur noodig is, voegt zuivere kalkmelk in geringe overmaat bij, verwarmt langen tijd op een waterbad en filtreert. Op deze wijze worden zwavelzuur, phosphorzuur, ijzeroxyd en magnesia verwijderd. De neerslag wordt zoolang uitgewasschen, tot het laatst afloopende water zilveroplossing niet meer troebel maakt. Men slaat nu uit het filtraat de overtollige kalk met koolzure-ammonia, waarbij men ammonia gevoegd heeft, neer, laat klaren, filtreert, verdampt in eene platina-schaal tot droogwordens toe, gloeit en slaat nog eens neer. Als het noodig mocht zijn, doet men het ten derden male met ammonia en koolzure-ammonia, tot de oplossing van de matig gegloeide rest door de genoemde reagentiën niet meer troebel wordt, verdampt, gloeit matig en weegt de als chloormetalen terugblijvende alcaliën. Is alleen potasch aanwezig, dan heeft men

$$\begin{aligned} K &= 39.11 \\ Cl &= \underline{35.46} \\ & 74.57 \end{aligned}$$

Bij soda heeft men de formule

$$\begin{aligned} Na &= 23.— \\ Cl &= \underline{35.46} \\ & \quad 58.46 \end{aligned}$$

Zijn potasch en soda beide aanwezig, dan bepaalt men beide afzonderlijk, door de verkregen chlooralcaliën in een weinig water op te lossen en eene waterige geconcentreerde neutrale platina-chloridoplossing in overmaat bij te voegen, verdampt tot bijna droog toe in een waterbad, giet over het restant spiritus van 80 %, bedekt met een glazen plaat en laat eenige uren staan. Is de bovenstaande vloeistof diep geel, dan is er genoeg platina-chlorid bijgevoegd. Men brengt den neerslag met spiritus op een gewogen filter, spoelt met spiritus uit, droogt bij 100° en weegt als

$$\begin{aligned} KCl &= 74.57 \\ PtCl_2 &= \underline{169.86} \\ & \quad 244.43 \end{aligned}$$

De hoeveelheid soda bepaalt men, door de gevonden potassium-platinachlorid van de vroeger gevonden chlooralcaliën af te trekken.

B. *Bepaling van het koolzuur en chloor.*

De tweede portie asch behandelt men volgens de op blz. 155 of 169 aangegeven methoden ter bepaling van het koolzuur. De inhoud der ontwikkelingsflesch, die men met behulp van verdund salpeterzuur oplost, wordt gefiltreerd en het chloor met zilveroplossing getitreerd volgens blz. 159 met neutraal chroomzure-potasch als indicator.

b. Asch, die door zoutzuur wordt opgenomen, waarin, behalve het aan ijzeroxyd gebonden phosphorzuur, nog meer bevat is.

Men neemt twee deelen asch: een grooter deel A en een kleiner B. In B bepaalt men koolzuur en chloor als voren, in A de andere bestanddeelen.

A wordt met zoutzuur behandeld; kiezelzuur, kool en zand worden verwijderd als in *a*. Men verdeelt de zoutzure oplossing in 2 deelen: *a* 100 cM³ en *b* 200 cM³. In *a* bepaalt men eerst het zwavelzuur, door het toevoegen van chloorbarium in geringe overmaat, dan voegt men ijzerchlorid-oplossing bij, tot de vloeistof geel schijnt, verwijdert door verdamping in het waterbad een groot deel van het vrije zuur, verdunt en behandelt de afgekoelde vloeistof voorzichtig met koolzure-baryt in juiste overmaat. De neerslag moet licht roodbruin zijn. Na een half uur filtreert men af, verwijdert uit het filtraat kalk en baryt door koolzure- en oxalzure-ammonia, verwijdert de magnesia (met de laatste sporen baryt) en bepaalt de alcaliën als chloormetalen, zooals bij *c* is opgegeven, blz. 192 en 214.

B behandelt men met ammonia in geringe overmaat, dan met azijnzuur, tot de eerst neergeslagen phosphorzure alcalische aarden weer opgelost zijn. Het phosphorzuur-ijzeroxyd, dat onopgelost blijft, wordt afgefiltreerd en als bij *a* blz. 212 behandeld. Het filtraat verdeelt men in twee deelen *a* en *b*, bepaalt in *a* het phosphorzuur, in *b* kalk en magnesia, volgens de hiervoren opgegeven regelen. (Zie blz. 172 e.v.)

III. Opstelling der resultaten.

De tegenwoordige analysen der planten-asschen vorderen overeenstemming in het opstellen der resultaten, zoodat zij gemakkelijk en zonder verdere berekening te vergelijken zijn.

Nu is het onmogelijk uit de asch te zien, hoe de basen en zuren in de planten verbonden zijn geweest, en daar de asch met betrekking tot het basisch zijn der phosphaten naar gelang van de gloeiing verschillend kan zijn, zoo is het zonder twijfel het raadzaamst de basen en zuren in gewichtspercenten afzonderlijk op te geven Slechts met betrekking tot het chloor wordt opgemerkt, dat men de als chloornatrium of keukenzout (en, wanneer er geen soda genoeg voorhanden is, als chloor-potassium) opgegeven percenten van de totale hoeveelheid gevonden natrium moet aftrekken, na de hoeveelheid natrium van het chloor-natrium te hebben uitgerekend. Deed men dit niet, dan hield men steeds een overschot, omdat men het chloor-natrium niet als chloor en natrium, maar als chloor en natron opgeven zou.

Geeft men de resultaten op zooals men ze gevonden heeft, dan zijn zij onderling niet vergelijkbaar, omdat men het zand en de kool mee rekent, terwijl het geen werkelijke bestanddeelen zijn. Men herleidt dus de gevonden bestanddeelen, uitgezonderd kool en zand, op 100 deelen.

Als voorbeeld moge hier de analyse van een beetwortel-melasse-asch volgen, waaruit men zien kan, op welke wijze de verschillend bepaalde stoffen worden berekend en gegroepeerd.

Eerst rekent men het gevonden kalium-platinazout op chloor-kalium om en vindt uit het verschil tusschen dit getal en dat wat gevonden is als chlooralcaliën, de hoeveelheid chloor-natrium. Van het chloorkalium trekt men af de hoeveelheid, die men voor het chloor, omgerekend op chloor-kalium, gevonden heeft, en berekent nu de rest op kalium-oxyde, trekt hiervan af wat noodig is om het zwavelzuur en phosphorzuur aan kalium te binden, en rekent het overblijvende om op koolzuur-kalium.

Kalk, magnesia en chloor-natrium worden evenzoo op de koolzure verbinding herleid, kiezelzuur, ijzeroxyd en aluinaarde als zoodanig opgegeven.

Alle herleidingen geschieden door factoren [1].

24.36 g. melasse verbrand, leverde 2.176 g. koolvrije asch.

Uit de analysen, op de beschreven wijze verricht, kreeg men, op 100 deelen asch herleid, de volgende resultaten:

28.130	deelen	koolzuur
0.941	"	kiezelzuur
0.119	"	ijzeroxyd en aluinaarde
1.292	"	calciumoxyd (kalk)
0.131	"	magnesiumoxyd (magnesia)
4.450	"	zwavelzuur
101.559	"	chlooralcaliën
288.371	"	kalium-platina-chlorid
0.301	"	phosphorzuur
2.161	"	chloor.

288.371 g. platinazout × 0.3071 = 88.559 g. chlooralcaliën

101.559 g. chlooralcaliën (chloor-kalium en chloor-natrium)
— 88.559 " chloor-kalium

13.000 g. chloor-natrium.

2.161 g. chloor met den factor 2.1035 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid chloor-kalium

2.161 × 2.1035 = 4.546 g. chloor-kalium.

Na aftrek dezer hoeveelheid:

88.559
4.546

blijft er 84.013 chloor-kalium,

en dit bedrag met den factor 0.6319 op kali omgerekend geeft:

84.013 × 0.6319 = 53.088 g. kali.

Door vermenigvuldiging der gevonden hoeveelheden zwavel- en phosphorzuur met de factoren 2.1773 en 2.9903, verkrijgt men de gewichtshoeveelheid van de hiermee overeenkomstige kali-zouten:

4.450 × 2.1773 = **9.689** g. zwavelzuur-kalium
0.301 × 2.9903 = **0.900** " phosphorzuur-kalium.

Het verschil tusschen het zout en het daarin aanwezige watervrije

[1]) Factoren worden als volgt verkregen: men wil den factor kennen om kalium-platina-chlorid in chloor-kalium te herleiden. Samenstelling van het kalium-platina-chlorid is = $2KCl, PtCl_4$ moleculair gewicht = **484.58**. Chloor-kalium KCl moleculair gewicht = **74.40**; dit moet echter verdubbeld worden, omdat volgens de formule van het platinazout op 1 molecuul 2 moleculen chloor-kalium moeten berekend worden.

Dus **74.40** × 2 = **148.80**; men stelt nu

$$484.58 : 148.80 = 1 : x$$
$$x = 0.3071$$

zuur, is natuurlijk het oxyd in gewichtsdeelen; dus uit de berekende getallen verkrijgt men:

$$\begin{array}{rcrl} & 9.689 & & 0.900 \\ - & 4.450 \text{ en } & - & 0.301 \\ \text{is} & 5.239 & + & 0.599 = 5.838 \text{ g. kali,} \end{array}$$

dat van het bedrag 53.088 moet afgetrokken worden en dan als overschot de hoeveelheid kali geeft, die aan koolzuur gebonden in rekening wordt gebracht Men vermenigvuldigt daartoe het verschil met 1.4668

$$\begin{array}{rl} & 53.018 \\ - & 5.838 \\ & 47.250 \times 1.4668 = \mathbf{69.306} \text{ g. koolzuur-kalium.} \end{array}$$

Op dezelfde wijze verkrijgt men door vermenigvuldiging voor kalk met 1.7856, voor magnesia met 2.1000, voor chloor-natrium met 0.9067, de daarmee overeenkomstige gewichtshoeveelheden der koolzure zouten dezer lichamen:

1.292 × 1.7856 =	**2.307**	g.	koolzuur-calcium	
0.131 × 2.1000 =	**0.275**	〃	〃	magnesium
13.000 × 0.9067 =	**11.787**	〃	〃	natrium.

Wanneer de analyse met zorg en goed is uitgevoerd, moet de som van het koolzuur, aan de verschillende carbonaten gebonden gerekend, met de direct gevonden hoeveelheid gelijk zijn, waardoor men dus eene contrôle op zijn werk heeft.

In de voorgaande analysen zijn berekend:

69.306	g.	koolzure-kalium	=	22.056	g.	koolzuur
2.307	〃	〃 calcium	=	1.015	〃	〃
0.275	〃	〃 magnesium	=	0.144	〃	〃
11.787	〃	〃 natrium	=	4.887	〃	〃
				28.102	g.	koolzuur,

welk cijfer met het gevonden bedrag (28.130) bijna nauwkeurig overeenkomt.

De asch dezer melasse zou dus in 100 deelen bestaan uit:

69.306	%	koolzuur-kalium
9.689	〃	zwavelzuur- 〃
0.900	〃	phosphorzuur- 〃
4.546	〃	chloor- 〃
11.787	〃	koolzuur-natrium
2.307	〃	〃 calcium
0.275	〃	〃 magnesium
0.941	〃	kiezelzuur
0.119	〃	ijzeroxyd en aluinaarde
0.130	〃	niet bepaalde stof, of verlies
100.000	%.	

IV. Berekening der gevonden aschbestanddeelen op de planten, waarvan zij afkomstig zijn.

Men weegt eene kleine hoeveelheid van de bij 100° gedroogde plantenstof, verbrandt en bepaalt een der bestanddeelen, bv. kalk. Heeft men nu de grootere portie asch geanalyseerd, dan kan men, door omrekening van de kleine afgewogen hoeveelheid asch, gemakkelijk al de andere bestanddeelen op de plant berekend opgeven.

Door den heer Directeur van 's Rijks-landbouwschool te Wageningen werd in het jaar 1885 aan de verschillende Handels-Laboratoria de onderstaande, namens den Minister van Binnenlandsche Zaken, vastgestelde methoden van onderzoek toegezonden, met verzoek, die methoden te willen volgen bij het onderzoek van meststoffen, ter verkrijging van eenheid in de analysen.

METHODEN VAN ONDERZOEK, *gevolgd aan het Proefstation der Rijks-Landbouwschool te Wageningen.*

1. MESTSTOFFEN.

1. *Onderzoek op stikstof.*

Daarbij worden toegepast de volgende methoden, afhankelijk van den vorm, waarin de stikstof voorkomt:

Organische stikstof, de methode van Kjeldahl of die van Will.

Ammoniak . . . . distillatie.

Salpeterzuur, de methode van Schlösing.

Organische stikstof + ammoniak, de methode van Kjeldahl of die van Will.

Organische stikstof + sporen salpeterzuur, de methode van König.

Organische stikstof + salpeterzuur, de methode van Dumas.

Ammoniak + salpeterzuur . . . . . distillatie + de methode van Schlösing.

Organische stikstof + ammoniak + sporen salpeterzuur, de methode van König.

Organische stikstof + ammoniak + salpeterzuur, de methode van Dumas.

a. Methode van Kjeldahl.

Deze wordt toegepast bij meststoffen, die stikstof bevatten in organischen vorm, of tegelijkertijd ook ammoniak, maar geen salpeterzuur; dus bij beendermeel, bloedmeel, salpetervrije Peru-guano, enz.

Daarbij wordt 1 g. der stof gekookt met 10 cM^3 geconcentreerd

zwavelzuur (mengsel van 4 vol. zuiver geconcentreerd en 1 vol. rookend zwavelzuur) en met 2 g. phosphorzuur-anhydrid. Als de vloeistof bijna geheel kleurloos geworden is (gewoonlijk na een half uur), wordt de organische stof geoxydeerd met poedervormig kalium-permanganaat en dan het mengsel met 200 cM³ gedistilleerd water in een kolf gespoeld.

De ammoniak wordt uitgekookt met 50 cM³ natronloog van 1.3 spec. gew. Het distillaat wordt opgevangen in een kolf van Erlenmeyer, waarin zich normaal zwavelzuur bevindt, en met $^1/_{10}$ normaal kaliloog teruggetitreerd tot blijvende blauwkleuring.

b. Methode van Will-Varrentrapp.

Deze wordt naar verkiezing toegepast, in dezelfde gevallen als de methode van Kjeldahl. Van de te onderzoeken stof wordt zooveel gebruikt, dat er ongeveer 0.60 g. stikstof in aanwezig is, en deze hoeveelheid met natronkalk samengewreven en in de verbrandingsbuis gebracht. (Bevat de stof echter ammoniak, dan moet de menging met natronkalk in de buis plaats hebben). [1]) Eerst brengt men in de buis eene laag van ongeveer 5 cM. natronkalk, dan eene laag van pl. m. 15 cM., bestaande uit de met natronkalk samengewreven stof, spoelt vervolgens na met natronkalk (5 cM.) en voegt dan nog 12 cM. zuivere, grofkorrelige natronkalk toe, sluit dan de buis met een prop van uitgegloeid asbest en vormt eindelijk door kloppen een klein luchtkanaal in de buis, voor het ontsnappen der gassen. De ammoniak wordt opgevangen in 5 cM³ bijzonder zorgvuldig afgemeten normaal zwavelzuur. De verbranding is geëindigd, als het niveau der vloeistof in het kogelapparaat constant blijft of terugstijgt en er geen zwarte massa meer aanwezig is in de buis; dan wordt, na het afbreken der punt, lucht door de buis gezogen, terwijl men voortgaat met verhitten, en vervolgens het zuur in het kogelapparaat met $^1/_{10}$ normaal kaliloog tot blijvende blauwkleuring teruggetitreerd.

De verbranding mag ook plaats hebben volgens de methode van Wagner, waarbij de glazen buis door een smeedijzeren is vervangen en de vermenging resp. samenwrijving met natronkalk in een schuitje plaats heeft, dat vervolgens in de verbrandingbuis geschoven wordt. De verbranding heeft plaats onder voortdurend doorleiden van een langzamen waterstofstroom. De overige voorwaarden: hoeveelheid stof, zwavelzuur, enz., zijn dezelfde als die bij de methode van Will.

c. Methode van König.

Ingeval er naast organische stikstof meer dan geringe sporen salpeterzuur aanwezig zijn, moet de verbranding plaats hebben volgens de methode van König, waarbij men de stof met een mengsel van

---

[1]) Men zie onze opgave op blz. 181 om de stof met gips te vermengen.

5 dln. wijnsteenzuur, 100 dln. natronkalk en 12 dln. droge xantogeenzure-kali verbrandt. Voor 't overige levert deze methode geen verschil op met die van Will.

d. Methode: ammoniak-distillatie.

Deze wordt toegepast, wanneer de stikstof uitsluitend in den vorm van ammoniak aanwezig is, dus in ammoniak-superphosphaat, zwavelzure ammoniak en sommige Ville-meststoffen. Van de stof wordt zooveel gebruikt dat 5 cM³ normaal zwavelzuur voldoende zijn voor het opvangen van de ammoniak. De distillatie geschiedt met 50 cM. alcohol, om de distillatie te bevorderen. Om te weten of geen ammoniak meer ontwikkeld wordt, houdt men papier, dat met salpeterzuur-kwikoxyde bevochtigd is, boven de geopende klemkraan van de distillatiekolf. Wordt dit bruin of zwart gekleurd, dan wordt de distillatie voortgezet.

e. Methode van Schlösing.

Deze wordt toegepast, als de stikstof alleen in den vorm van salpeterzuur aanwezig is, of wanneer naast salpeterzuur ook ammoniak aanwezig is, dat dan afzonderlijk door distillatie bepaald wordt, bij salpeter, Chili-salpeter = superphosphaat enz. De te onderzoeken meststof wordt in water opgelost en zooveel van die oplossing gebruikt, dat bij normaal gehalte 100 cM³ stikstofoxyd te verwachten is. Men laat haar langzamerhand in de verhitte kolf vloeien, waarin zich ferro-chlorid en zoutzuur bevinden en de lucht reeds uitgedreven is door koken, terwijl de daarmede verbonden buis in een bak onder water in eene verdeelde en gecalibreerde buis uitkomt. Tweemaal wordt met een weinig uitgekookt zoutzuur nagespoeld, en in de buis na langdurig onderdompelen in water de hoogte van de stikstofoxyd-kolom afgelezen.

Tegelijkertijd worden 5 cM³ der normaaloplossing (verkregen door het oplossen van 80 g. zuivere ongekristalliseerde en gesmolten kalisalpeter, of 66 g. natron-salpeter in 1 l. water) geanalyseerd en de volumina van de hierbij en bij de te onderzoeken oplossing verkregen hoeveelheid stikstofoxydgas boven water gemeten.

Met behulp van een tabel kan men het procentgehalte der onderzochte zouten berekenen.

f. Methode van Dumas.

Deze wordt aangewend, als de stikstof in alle drie vormen, of wanneer salpeterzuur naast organische stikstof voorkomt. De stikstof wordt bij deze overigens welbekende methode opgevangen in de gegradueerde buis van Van 't Hoff. Van het verkregen cijfer van het stikstofgehalte wordt 0.5 % afgetrokken, als de buis van te voren niet luchtledig gemaakt was.

2. *Onderzoek op phosphorzuur.*

a. Oplosbaar phosphorzuur.

Ter bepaling van het in water oplosbaar phosphorzuur worden 20 g. der stof in een mortier gedaan met gedistilleerd of regenwater, omgeroerd en telkens het afgeslibde in een literkolf gespoeld. Nadat eenige malen gedecanteerd is, wordt de overblijvende massa goed gewreven en daarna alles in de kolf gespoeld. Dan laat men de tot op 1 l. aangevulde vloeistof twee uren staan, en schudt gedurende dien tijd herhaaldelijk om; daarna wordt gefiltreerd.

50 cM^3 van het filtraat worden in de warmte met uraan [1]), nà het bijvoegen van 125 cM^3 azijnzuur-ammoniak (in 1 l. 100 g. + 100 cM^3 acidum aceticum concentratum) gefiltreerd. In het geval dat de neerslag, die tengevolge van de bijvoeging van azijnzure-ammoniak ontstaat, grooter is dan 1 % phosphorzuur, worden 200 cM^3 met 60 cM^3 der oplossing van amonium-acetaat gepraecipiteerd, gefiltreerd en 50 cM^3 van het filtraat getitreerd; het praecipitaat wordt driemaal met water gewasschen, gegloeid en gewogen, en als voor de helft uit phosphorzuur bestaande, in rekening gebracht. Als indicator bij het titreeren dient eene verdunde oplossing van geel bloedloogzout; en zoolang wordt uraan-oplossing toegevoegd, totdat een droppel der vloeistof, na het koken er uit genomen, met deze bloedloogzout-oplossing zich juist even bruin kleurt.

De bepaling kan ook volgens de molybdeen-methode plaats hebben; 50 cM^3 der na 2 uren schudden verkregen vloeistof worden dan met salpeterzuur zuur gemaakt, vervolgens met molybdeen-oplossing het phosphorzuur neergeslagen en dit als gewoonlijk bepaald.

b. 1. In water onoplosbaar, maar gemakkelijk in zuren oplosbaar phosphorzuur.

Wordt bij zure phosphaten, opgeloste Peru-guano enz., na smelten met de twee-en-een-halfvoudige hoeveelheid soda-salpeter (gelijke deelen KNO_3 en Na_2CO_3), bij andere phosphaten, als: beenzwart, beendermeel, na gloeien zonder bijvoeging toegepast. 5 g. der zoo behandelde stof wordt een half uur met geconcentreerd salpeterzuur gekookt, met water verdund tot 500 cM^3; daarna laat men bekoelen en filtreert. Van het filtraat worden 50 cM^3 gebruikt en voor iedere 0.1 g. P_2O_5 100 cM^3 ammonium-molybdaat toegevoegd (150 g. ammonium-molybdaat in 1 L. water opgelost en dit in 1 L. salpeterzuur van 1.20 spec. gew. gegoten); op het zandbad bij ongeveer 80° C. een uur verwarmd, gefiltreerd en de neerslag met 10 procentsoplossing van ammonium-nitraat viermaal uitgewasschen. Bij het filtraat wordt nog een weinig molyb-

---

[1]) De titer is: 1 cM^3 = 0.005 g. phosphorzuur 500 g. salpeterzuur-uraan worden in 14 liter water opgelost en 50 g. ammonium-acetaat toegevoegd.

deen-oplossing gevoegd, dan verwarmd en, ingeval er nog een neerslag ontstaat, dit bij het eerste gevoegd. Dan wordt de gezamenlijke neerslag in ammoniak opgelost en een weinig geconcentreerd zoutzuur toegevoegd.

In .de heldere, nog ammoniakale oplossing wordt het phosphorzuur neergeslagen met magnesia-mixtuur, voor iedere 0.1 g. P_2O_5 10 cM^3 mixtuur. Deze mixtuur, bestaande uit 110 g. magnesium-chlorid 140 g. NH_4Cl., 700 cM^3 NH_3 (0.96 spec. gew.), samen op 2 liter gebracht, bevat 5.5 percent gekristalliseerd magnesium-chlorid. Zij wordt droppelsgewijze en onder voortdurend omroeren toegevoegd.

Na minstens 2 uren gestaan te hebben, wordt gefiltreerd, de neerslag eenige malen met verdunde ammoniak uitgewasschen, vervolgens gedroogd, daarna gegloeid. Het gloeien geschiedt in het begin op eene zeer kleine vlam, ten laatste met behulp van de blaasvlam. Tot bevordering van het witbranden, mag niet meer dan 1 of 2 droppels salpeterzuur gebruikt worden.

b. 2. In water onoplosbaar en moeilijk in zuren oplosbaar phosphorzuur in phosphorieten, Curaçao-guano, ook in oud beenzwart.

1 g. wordt met 4 cM^3 zoutzuur en een weinig water, na het fijnwrijven, en zoo noodig builen, 1 $^1/_2$ uur verwarmd, vervolgens de vloeistof zonder filtreeren onder herhaald toevoegen van salpeterzuur ingedampt, tot geen zoutzure dampen meer ontwijken, met salpeterzuur behandeld, op 100 cM^3 gebracht en omgeschud. 50 cM^3 worden volgens de bovenbeschreven molybdeen-methode behandeld.

c. Citraat-oplosbaar phosphorzuur.

Hiertoe wordt gebruikt de volgens Petermann bereide citroenzure ammoniak-oplossing. (Citroenzuur wordt in ammoniak opgelost tot het neutraal reageert, op 1.09 spec. gew. gebracht en per liter 50 cM^3 ammoniak van 0.91 toegevoegd). Als de meststof minder dan 6 pct. phosphorzuur bevat, worden 5 g. gebruikt; 2 g., als de meststof meer dan 6 pct., en 1 g., als de meststof meer dan 15 pct. bevat; en deze met 100 cM^3 ammonium-citraat onder licht wrijven in eene kolf van 500 cM^3 gespoeld, dan een uur lang in een waterbad bij 35° tot 38° C. verwarmd; daarna laat men bekoelen, vult aan tot 500 cM^3 en filtreert. Van het filtraat worden 100 cM^3 met 75 cM^3 magnesia-mixtuur volgens Petermann [404 g. $Mg.Cl_2$ + 600; 800 g. NH_4Cl; 1600 cM^3 NH_3 (0.96 spec. gew.) op 5 L.] gepraecipiteerd, onder zeer langzaam laten toevloeien der mixtuur en voortdurend omroeren. Daarna laat men 15 uren staan, filtreert, wascht met ammoniak (0.96 spec. gew.) uit, droogt, gloeit en weegt.

3. *Onderzoek op kali.*

a. Methode voor Stassfürter en andere kali-zouten.

10 g. der stof worden een half uur lang met water gekookt, dan

afgekoeld, op een halven L. gebracht en gefiltreerd. Van het filtraat worden met een pipet 50 cM^3 genomen, in de kookhitte het aanwezige zwavelzuur nauwkeurig door $BaCl_2$ gebonden, tot een droppel $BaCl_2$ geen neerslag meer veroorzaakt, afgekoeld op 100 cM^3 gebracht, gefiltreerd en. van het filtraat 50 cM^3 voor de kali-bepaling gebruikt; 10 cM^3 eener oplossing van $PtCl_4$ (1 g. platina in 10 cM^3) worden toegevoegd en dan de massa ingedampt tot droogwordens toe.

Vervolgens wordt een droppel water toegevoegd en geroerd, daarna alcohol. Het aldus verkregen preacipitaat laat men staan om het daarna te filtreeren door een filter, die 3 uren lang bij 120° C. is gedroogd; eindelijk wordt uitgewasschen met alcohol, 2 uren lang gedroogd bij 120° en gewogen $\frac{x\ 19.3}{0.5} = \%\ K_2O$. De neerslag wordt microscopisch op zuiverheid onderzocht; hij mag geen witte kristallen vertoonen, maar moet uitsluitend uit goudgele octeäders bestaan.

b. In kali-superphosphaat, Ville-mest en andere samengestelde meststoffen.

10 g. worden met 2 g. $Ba(OH)_2$ innig saamgewreven, gegloeid boven een zeer kleine vlam, tot geen ammoniakdampen meer ontwijken, daarna wordt de massa in eene kolf van 500 cM^3 gespoelden $^1/_2$ uur lang met water gekookt; vervolgens laat men afkoelen, brengt de hoeveelheid op $^1/_2$ liter en filtreert; 50 cM^3 van het filtraat worden met zoutzuur geneutraliseerd en met $BaCl_2$ het zwavelzuur nauwkeurig gebonden; daarna laat men afkoelen, brengt op 100 cM^3 en filtreert; 50 cM^3 van het filtraat worden met 10 cM^3 platina-oplossing ingedampt en verder behandeld als boven.

X.

ONDERZOEK VAN BEETWORTELS EN BEETWORTEL-SNIJDSELS, SUIKERRIET, ENZ.

Het belang, dat de fabrikant heeft om nauwkeurig de samenstelling van de grondstof, die hij verwerkt, te leeren kennen, wordt bij de suiker-beetwortels niet genoeg in het oog gehouden. Onbegrijpelijk voorzeker, wanneer men bedenkt, dat van 1000 K.G. beetwortels met 12 % suiker en 3 % vreemde stoffen in het sap, 70 à 80 K.G. suiker kan getrokken worden, en van 1000 K.G. wortels met 7 % suiker en 5 % vreemde stoffen in het sap, slechts hoogstens 20 K.G.; en toch, de fabrikant moet voor beide soorten *denzelfden prijs* betalen!

Wij zullen dus eenigszins uitvoerig het onderzoek der beetwortels, met opgave van nauwkeurige analysen, behandelen, in de hoop dat deze bijdrage een meer rationeele modus van verkoop moge veroorzaken dan tot dusverre gevolgd werd. [1])

De beetwortels bestaan uit celweefsel en sap. Het sap bevat al de stoffen, die door de haarworteltjes uit den bouwgrond worden opgenomen en die zich in de wortels tot suiker, enz. vormen.

De stoffen in het sap worden gewoonlijk in de drie volgende hoofdgroepen in de analyse opgenomen:

Water.
Suiker.
Aschbestanddeelen.

Het ontbrekende van 100 noemt men de onbekende-, organische- of nietsuiker-deelen.

Voorloopig onderzoek.

De beetwortels worden ieder afzonderlijk gewogen. Vooraf heeft men aarde, zand en zooveel mogelijk de haarwortels verwijderd. Het gewicht wordt als *totaal gewicht* genoteerd. Nu wascht men de wortels onder een straal of in stroomend water, snijdt den kop tot op de bladringen af, droogt met een handdoek af en weegt op nieuw; dit gewicht wordt als *schoon gewicht* genoteerd. Verder noteert men voorvrucht, bemesting, soort, weersgesteldheid gedurende de ontwikkeling, opbrengst per hectare, enz.

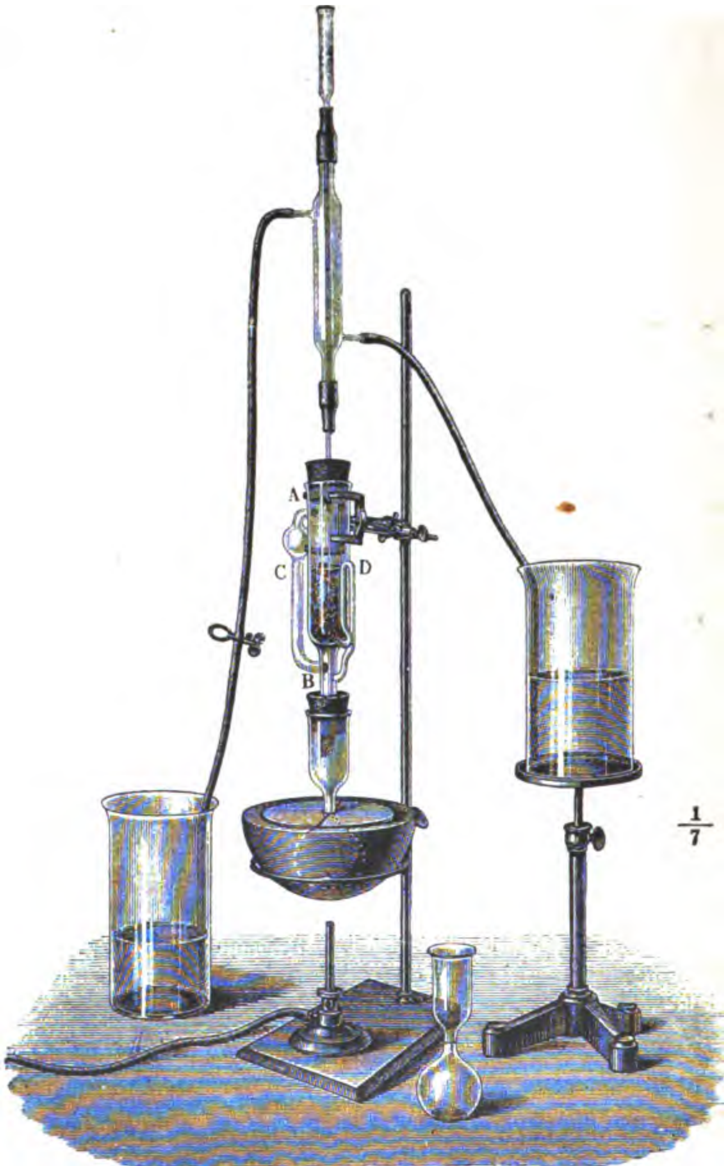
Op eene groote rasp met middelsoort openingen worden de beetwortels fijn geraspt. Het geraspte van wortels van dezelfde soort mengt men luchtig, maar goed door elkander en neemt hiervan eene kleine portie *a* ca. 50—100 g. in een bekerglaasje, dat men dadelijk bedekt op eene niet te warme plaats zet. Het overige geraspte gedeelte wordt in eene goede hand-schroefpers tusschen persdoekjes goed uitgeperst, het sap door eene fijne zeef opgevangen en in een proefglas

---

[1]) Daar het uiterst moeielijk is bestaande usancen te veranderen en men zeer vele bezwaren zou ondervinden om de beetwortels naar hun suikergehalte te betalen, geven wij het volgende in overweging: van de velden onderzoekt men een zeker getal wortels, noteert ligging, voorvrucht, etc. en geeft nu in verhouding van den reinheidsfactor eene zekere waarde aan de wortels der velden 1, 2, 3, 4 enz. Bij inhuring of het sluiten van nieuwe contracten bepaalt men dan den prijs en vergenoegt zich liever met de slechte velden niet te nemen en met wat minder wortels dan de laag suikerhoudende wortels in de fabriek te krijgen. Men moet nooit het goede met het slechte bijeenbrengen: meestal wordt veel goeds door weinig slechts bedorven.

gezet. Met een nauwkeurigen densimeter neemt men het *spec. gewicht* en met een goeden thermometer de temperatuur waar.

Fig. 65.



Eigenlijke onderzoeking.

Op de fijne balans brengt men op een horlogeglas 5 à 10 g. van het geraspte deel *a* in evenwicht en zet het glas in de droogstoof.

Op dezelfde balans weegt men een gedeelte van het uitgeperste sap, ongeveer 10 g., doet er eenige droppels alcohol bij en zet dat in dezelfde droogstoof bij de pulpe. De temperatuur moet niet boven 98° C. komen. Na verloop van 3 uur zijn beide volkomen uitgedroogd, waarvan men zich door herhaalde wegingen overtuigt. Het verlies in gewicht wordt als het watergehalte der wortels en van het sap genoteerd.

Volgens de oorspronkelijk door Scheibler [1]) voorgestelde, later door Sickel [2]) veel verbeterde methode van sap-extractie, wordt een bepaalde hoeveelheid beetwortelbrij, snijdsels of rietsnippertjes in een bijzonder toestel, met alcohol uitgetrokken en het suikergehalte van het extract door polarisatie bepaald.

Sickel gebruikte het toestel van Soxhlet [3]) dat ook door Stammer [4]) is aanbevolen en dat door zijn doelmatige inrichting een zeer goede uitlooging en bovendien het gebruik van een groote hoeveelheid toelaat.

Dit toestel en zijn geheele inrichting wordt door fig. 65 duidelijk gemaakt.

A is een van onderen gesloten en met een wijde buis B verbonden glascylinder, waarin men de brij of snijdsels doet. Aan het laagste punt is een dun hevelbuisje D vastgemaakt, dat dicht aanliggend, tot de halve hoogte der cylinder gaat en dan omgebogen in B uitloopt. Aan de andere zijde is door de gebogen buis C een verbinding tusschen B en het bovendeel van A gevormd. De cylinder A draagt in een goed sluitende kurk een terugloopenden Liebig's afkoeler of condensor en de buis B een trechtervormig verwijd kolfje van 100 cM^3 dat in een gesloten waterbad staat.

Voor het gebruik, bedekt men de aan den bodem der cylinder A zich bevindende kleine hevelbuis-opening met een stukje dun los vilt, weegt dan de wortelbrij of rietsnijdsels, 35 a 40 g., op een klein tarreerblik van vernikkeld metaal af en brengt het zonder verlies in den cylinder A. In het maatfleschje heeft men vooraf 75 cM^3 absolute-alcohol, afgemeten en spoelt met een gedeelte daarvan de aan het tarreerblik hangende deeltjes in den cylinder A en giet nog zooveel alcohol bij, dat het niveau der vloeistof bijna op gelijke hoogte der bocht van het hevelbuisje staat; zie de figuur bij D.

---

[1]) Scheibler's Neue Zeitschrift III.
[2]) Zeitschr. der Ver. f. Rüb. z. Industrie 1879, 692.
[3]) Polytech. Journal 232. S. 461.
[4]) Stammer, Jahresber. 1879. 226.

Nadat men het toestel op de beschreven wijze heeft te zamen gevoegd, wordt het restant alcohol in het waterbad verhit en overgehaald. De alcoholdamp gaat door B en C in het bovendeel van A, komt in de koelbuis en druppelt van daar, gecondenseerd op de brij terug.

De watertoevoer regelt men door de klemkraan van de afvloeibuis. Zoodra nu de vloeistofkolom in A de bovenste ruimte van het hevelbuisje bereikt en daardoor een zekere overdruk ontstaat, begint het hevelbuisje te werken en loopt in eenige seconden de inhoud uit A in het maatfleschje, waar de alcohol op nieuw wordt overgedistilleerd. Deze bewerking herhaalt zich telkens in den loop van een paar minuten, zoodat in een uur de brij of snijdsels volkomen zijn uitgeloogd. Men verwijdert dan het waterbad en laat den inhoud van het fleschje en cylinder afkoelen. Na toevoeging van loodazijn en opvulling met absoluten alcohol tot de streep, wordt de goed dooreen geschudde inhoud gefiltreerd en gepolariseerd.

Suikergehalte der wortels.

Voorbeeld:

afgewogen 38.51 g. pulpe
Polarisatie in het toestel Wild [1])
59.75 g.

$$38.51 : 59.75 = 100 : x$$

$x = 15.51$ % suikergehalte der wortels.

Van het sap heeft men middelerwijl eene 2 à 3-voudige normaalhoeveelheid voor het gebruikte polarisatie-instrument afgewogen, in een kolfje van 100 cM³ opgelost bas. lood-acetaat bijgevoegd, opgevuld, doorgeschud, gefiltreerd en gepolariseerd. De uitkomst der polarisatie gedivideerd door 2 of 3 wordt genoteerd als:

Suikergehalte van het sap.

Voorbeeld:

30 g. sap gaven $3 \frac{\;44.6\;\%}{14.87\;\%}$

Om deze polarisatie, die veel nauwkeuriger is dan de vroeger gebruikelijke, waarbij het volume gepolariseerd en volgens tabellen het suikergehalte berekend werd, te controleeren, vult men een maatfleschje van 110 cM³ nauwkeurig tot de streep 100 met sap, voegt 10 cM³

---

[1]) Gebruikt men het polarisatie-toestel van Soleil-Duboscq, dan moet men de graden-aflezing van 1.635 multipliceeren, om de grammen suiker te leeren kennen, en bij dat van Soleil-Scheibler moet men de aflezing met 2.6048 multipliceeren, en verder als hierboven berekenen.

bas. loodacetaat bij, schudt door, filtreert, polariseert en brengt de grammen-aflezing in vergelijking met het spec. gewicht van het sap.

Voorbeeld:

De polarisatie van het sap bedroeg op Wild 158.8 gram.
De densiteit was 1.0674 + 15° C.,
het gewicht van 1 liter sap dus
1067.4 gram.
1067.4 : 158.8 = 100 : x
x = 14.88 % suiker van het sap.

Na de voorgaande polarisatiën zijn de pulpe en het sap, dat wij in de stoof gezet hebben, droog geworden. Men dekt het glas, schuift den beugel over beide glazen en zet ze in den exsiccator. Na afkoeling worden beide gewogen en het verloren gewicht als het watergehalte der wortels en het watergehalte van het sap genoteerd.

Voorbeeld:

	Pulpe.	Sap.
gewicht : glazen + stof	31.157 g.	30.931 g.
〃 〃	20.365 〃	19.945 〃
Stof =	10.792 g.	10.986 g.
gewicht : glazen + stof	31.157 〃	30.931 〃
〃 na droging	22.502 〃	21.730 〃
Verlies	8.655 g.	9.201 g.

Watergehalte der pulpe.
10.792 : 8.655 = 100 : x
x = 80.2 % water
19.8 〃 droge stof

Watergehalte van het sap.
10.986 : 9.201 = 100 : x
x = 83.75 % water
16.25 〃 droge stof.

In de groote platina-schaal worden 25 cM^3 uitgeperst sap op een waterbad langzaam ingedampt, tot het restant ongeveer siroopdikte heeft, dan voegt men er eenig zuiver zwavelzuur bij, leidt de verbranding voorzichtig zoo, dat er door uitspatten niets verloren gaat, en gloeit de kool, tot zij volkomen wit gebrand is. Na afkoeling weegt men de platina-schaal met de asch, weegt de platina-schaal afzonderlijk en trekt van het gewicht der asch 10 % af, omdat door het bijvoegen van het zwavelzuur de asch $^1/_{10}$ zwaarder is dan de koolzure asch, die men zonder zwavelzuur zou overhouden. Het atoomgewicht der zwavelzure zouten is namelijk ongeveer $^1/_{10}$ zwaarder dan dat der kool- en phosphorzure zouten.

De berekening is eenvoudig: door het spec. gewicht van het sap weet men, hoeveel 100 cM^3 sap wegen; 25 cM^3 sap zullen dus $^1/_4$ van het spec. gewicht maal 100 wegen of — spec. gewicht = 1.0674.

100 cM^3 = 106.74 g.
25 〃 = 26.685 〃

Voorbeeld:

schaal + asch	23.1875	g.
schaal	22.9511	"
asch...	0.2364	"
af $^1/_{10}$...	0.02364	"
asch...	0.21276	g.

$$26.685 : 0.21276 = 100 : x$$
$$x = 0.7974\ \%\ \text{asch.}$$
$$\text{of } 26.685 : 0.2364 = 100 : x$$
$$x = 0.8859$$
$$\text{af } ^1/_{10} = 0.08859$$
$$0.79731\ \%$$

of in ronde cijfers 0.80 % asch.

De gewone analyse is nu afgeloopen; om echter een klaar denkbeeld van de samenstelling der wortels en van het sap te krijgen, geven wij hieronder een schema der uitgevoerde analyse met de volledige berekening der samenstelling van het sap en de wortels.

Wortel-analyse.

Algemeene opmerkingen.

Grond........................ Lichte klei.
Voorvrucht.................... Gerst.
Bemesting..................... Zwavelzure potasch met schuimaarde
Soort van zaad................ Rose pale.
Opbrengst per hectare .... 35000 K. G.
Weêrsgesteldheid.. Afwisselend droog, eerst gunstig, later veel regen.

Aantal onderzochte wortels	15	
Gemiddeld gewicht vuil	798	g.
" " schoon [1])	645	"
Watergehalte der wortels	80.47	"
Droge stof " "	19.53	"
Sapgehalte " " [2])	96.08	"

Sap-analyse.

Spec. gewicht van het sap 15° C.	1.0674	"
Schijnbaar watergehalte	82.39	"
" vaste stofgehalte	17.61	"
Werkelijk watergehalte	83.75	"
" vaste stofgehalte	16.25	"
Suikergehalte	14.87	"
Aschgehalte	0.8	"
Organische stoffen	0.58	"

---

[1]) Onder schoon gewicht wordt verstaan de afgewasschen en tot op de bladringen afgesneden wortels.

[2]) De cijfers voor het sapgehalte zijn berekend uit het watergehalte der wortels en dat van het sap. Zie later.

Op 100 deelen wortels komen

Sap	Suiker	14.3	g.
	Asch	0.77	"
	Org. stof	0.54	"
	Water	80.47	"
Celweefsel		3.92	"

Op 100 deelen sap komen

Suiker	14.87	"
Asch	0.8	"
Org. stof	0.58	"
Water	83.75	"
Reinheidsfactor [1])	91.51	"
Grammen Suiker per Hectoliter	15872	"

Het sapgehalte der beetwortels is voor den fabrikant geen onverschillige zaak en daarom werd in lateren tijd bij de wortel-analyse ook het sapgehalte der wortels opgegeven. Reeds vroeger [2]) gaf ik de berekening op, om uit het watergehalte van de wortels en het sap het sapgehalte te berekenen met de volgende formule:

$$\frac{w}{W} . 100 = S,$$

waar w het watergehalte der wortels en W het watergehalte van het sap voorstelt.

Ferd. Jicinsky [3]) betwijfelt de juistheid dezer methode en geeft in een uitvoerig artikel den raad, het sapgehalte te bepalen volgens de polarisatiën van de wortels en het sap. Om daartoe te komen, loogt hij de geraspte wortels in eene lange buis, die met afdeelingen geteekend is (150 cM^3 inhoud) telkens met 50 cM^3 water uit en beweert, dat reeds bij de 2e maceratie al de suiker uit de pulpe geloogd is. De formule zijner berekening is

$$S = \frac{p}{P} . 100,$$

waarbij p de polarisatie der wortels, P die van het sap beteekent.

De hoofdbedenking van Jicinsky berust op het te hooge watergehalte, dat men zou vinden bij de droging van het sap en de pulpe, doordien

---

[1]) Den reinheidsfactor noemt men de polarisatie van het sap op 100 deelen droge stof. $\overset{\text{droge stof.}}{16.25} : \overset{\text{suiker.}}{14.87} = 100 : x.$

$x = 91.51;$

hieruit is het best de waarde der wortels te vergelijken, want hoe hooger de reinheidsfactor is, hoe minder er in het sap zal zijn.

[2]) Zie: Economist Februari N°. 1871 blz. 220 en La Sucrerie Indigène N°. 18 — Tom. V — 5e année p. 345.

[3]) Dingler's polyt. Journ. Bd. CCVI S 387 en Zeitschrift XXIII S. 101.

bij eene temperatuur van 90° C. organische stoffen ontleed zouden worden. Zoodoende zou men het sapgehalte veel te hoog vinden.

Wij ontkennen niet, dat bij droging organische producten ontwijken en gelooven ook, dat, indien de uitlooging der geraspte wortels met zorg geschiedt, de opgave van het sapgehalte veel nauwkeuriger zal zijn.

De berekening nu van de samenstelling op 100 deelen wortels is eenvoudig. Men vermenigvuldigt de polarisatie, het aschgehalte en de organische stoffen van het sap met het sapgehalte der wortels

in ons geval 96.08 × 14.87 = 14.3
96.08 × 0.8 = 0.77
96.08 × 0.58 = 0.54,
telt hierbij het watergehalte der wortels = 80.47
en als verschil met het sapgehalte 96.08
en 100 het celweefsel = 3.92
100.—

Er blijft ons nog over de berekening meê te deelen van het schijnbare watergehalte van het sap. Het is bekend, dat de densimeter, in verhouding van de opgeloste vaste stoffen, de dichtheid van een sap aangeeft. Eene reeks belangrijke onderzoekingen hebben aangetoond, dat wanneer de densimeter in eene oplossing het s. g. 1.001 aanwijst, er 0.2613 g. suiker in 100 cM³ der oplossing aanwezig zijn (bij 15° C. opgenomen). Wijst nu de densimeter 1.0674 aan, dan zullen in 100 cM³ sap 0.2613 × 67.4 = 17.61 gram vaste stof aanwezig zijn, en de ontbrekende grammen = 82.39 representeeren het water. Daar evenwel het spec. gewicht der zouten en organische stoffen met dat van suiker verschilt, noemt men deze uitkomst het schijnbare watergehalte en het schijnbare vaste stofgehalte. In Duitschland worden de areometers van B r i x gebruikt, zie blz. 28, die in percenten direct de vaste stof (schijnbare) aangeven. Men trekt hiervan de polarisatie af en noemt het restant de *nietsuiker*.

Voor de praktijk is deze wijze wellicht voldoende. De aanmerkelijke verschillen echter, die men bij suikerarme wortels verkrijgt en die tot onjuiste gevolgtrekkingen aanleiding geven, brengen ons er toe, de uitdroging van het sap nu en dan in de fabriek toe te passen, om zoo het juiste vaste stofgehalte van het sap te leeren kennen. Men zij indachtig eene niet te groote portie sap eerst op een waterbad en ten slotte in de stoof op eene temperatuur van 85° C. volkomen uit te drogen. Een goed hulpmiddel om het sap volkomen droog te krijgen, is het bijmengen van zuiver kwartszand, dat bij 100° C. gedroogd is.

Hiertoe weegt men op eene vlakke dunne schaal of horlogeglas eene hoeveelheid zand af en noteert deze als tarragewicht en druppelt nu met de pipet 3 à 5 g. sap op het zand, weegt op nieuw, trekt het tarragewicht af, waardoor men het gewicht van het sap leert kennen, droogt op boven aangegeven wijze, weegt op nieuw en berekent uit het gewichtsverlies het watergehalte.

Eindelijk kan men het sapgehalte bepalen door het uitloogen van de geraspte beetwortels, door het terugblijvende celweefsel te drogen en te wegen en het verschil als sap in rekening te brengen.

Fig. 66.

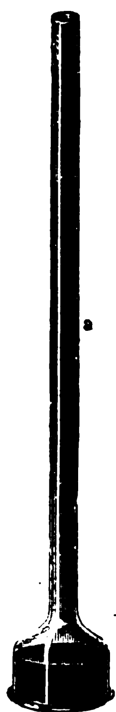


Fig. 67.

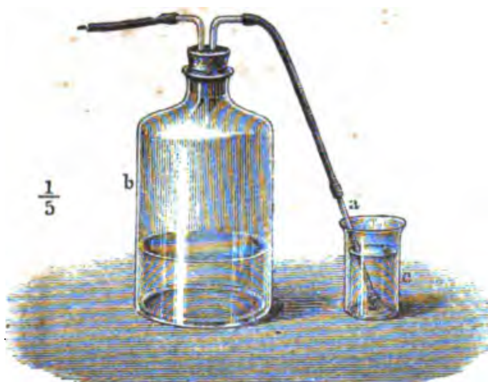


Fig. 68.



20 g. zoo fijn mogelijk gemaakte brij, waaruit echter grovere stukjes zijn verwijderd, worden op het tarreerblikje op een goede balans snel afgewogen, en in een ongeveer 300 cM³ inhoud hebbende schaal of bekerglas gespoeld en met een ruime hoeveelheid water 20—25 minuten in aanraking gelaten. Na verloop van dezen tijd filtreert men de donkere vloeistof door een filter van vilt.

Deze viltfilter *a* in fig. 66 verduidelijkt, heeft aan het onderste verwijde deel, ca. 15 m.m. wijd, der buis, een stukje goed aansluitend pianovilt, terwijl het bovenste deel met de ontvangflesch *b* fig. 67 en deze weer met een luchtpomp of zuiginrichting verbonden is.

Hierdoor gaat de vloeistof uit de schaal of het bekerglas in de ontvangflesch en wordt door het vilt uitstekend gefiltreerd. Zoodra de rest in C droog schijnt, schuift men de gomelastiekbuis van *a* af, giet op nieuw water op de vezels en wascht zoo lang uit als er nog oplosbare stoffen aan het water worden meegedeeld. Ten slotte neemt men heet water en brengt de nu kleurlooze vezelstof op een vooraf gedroogde en gewogen filter. Men weegt den, eenige uren bij 110° C. gedroogden filter het best af in bijzonder daarvoor gemaakte fleschjes, fig. 68, z.g. filterdrogers. Door het goed ingeslepen holle deksel wordt de lucht goed afgesloten en kunnen dus onder het wegen de filters geen vochtig heid uit de lucht aantrekken.

Nadat het uitgewasschen merg zorgvuldig op den filter gebracht is, wordt het 2 à 3 maal met alcohol van 90 % overgoten, laat men het volkomen afdruppelen en brengt het met den trechter in de droogkast. Hier wordt het eerst bij matige, later bij 110° C. temperatuur ge-

droogd. Er mag geen gekleurde of kleverige rand aan het papier komen, want dit zou het bewijs leveren, dat men niet volkomen afgezoet had, en in die gevallen blijft er niets anders over dan filter en inhoud op nieuw met heet gedistilleerd water herhaaldelijk uit te wasschen.

Wanneer het restant na herhaalde weging niet meer afneemt in gewicht — wat door twee- of driemaal wegen is na te gaan — dan noteert men het laatste gewicht nauwkeurig, verbrandt daarna cellulose en filter in den platinakroes en trekt het geringe overblijfsel (zand) na aftrek der filterasch, van het gewicht af. De rest wordt als merg en het verschil als sapgehalte genoteerd.

Voorbeeld. 20 g. beetwortel-brij worden uitgeloogd:

Na volkomen droging weegt glas + filter + merg	= 35.668	g.
〃 + 〃	= 34.880	〃
rest	0.788	g.

Na de verbranding werd de volgende asch verkregen:

kroes + asch....	20.548	g.
kroes...........	20.541	〃
	0.007	g.
af filterasch.......	0.003	〃
zandkorrels (asch)..	0.004	g.

Trekt men dit af van het merg 0.788 — 0.004 = 0.784

en stelt 20 : 0.784 = 100 : x

dan is x = 3.92 % merg

en dus bevat de onderzochte brij

3.92 %	merg
96.08 〃	sap
100.— %	

XI.

ANALYSE VAN KALKSTEEN.

De suikerfabrikanten fabriceeren allen het koolzuur voor de carbonatatie en de kalk voor de scheiding uit kalksteen. Daar deze steenen hoofdzakelijk uit koolzure kalk en koolzure magnesia bestaan, voldoet in de meeste gevallen voor de praktijk de kennis dezer bestanddeelen. Anders wordt de zaak, wanneer in de steenen vreemde stoffen voorkomen, waarvan voornamelijk zwavelverbindingen zeer lastig en onaangenaam

zijn, 1°. omdat reeds door de zwavelhoudende cokes, waarmee de ovens gestookt worden, veel zwaveligzuurgas ontwikkeld wordt en uit de zwavelhoudende steenen het koolzuur zeer verontreinigd en schadelijk werkend in de sappen komt, 2°. omdat daardoor de kalk met zwavelzure kalk verontreinigd wordt en op deze wijze gips in de sappen en het beenzwart komt, dat, in de beenzwart-ovens gegloeid, zwavelcalcium vormt, en vaak zeer onaangename verschijnselen in de fabricatie brengt. Eene nauwkeurige analyse der kalksteenen is daarom zeer gewenscht.

a. Een groot stuk kalksteen wordt fijn gestooten en gewreven; het poeder wordt goed gemengd en bij 100° C. gedroogd.

b. Ongeveer 2 g. worden in een gedekt bekerglas met eene overmaat van verdund zoutzuur behandeld en in eene platina-schaal tot droogwordens toe verdampt; de rest wordt met zoutzuur bevochtigd, met water verwarmd en gefiltreerd op een drogen en gewogen filter. Men wascht de onoplosbare rest uit, droogt bij 100° C. en weegt. Het restant bestaat meestal uit kiezelzuur, klei en zand en bevat dikwijls ook humusstoffen.

c. Bij de zoutzure oplossing voegt men chloorwater, dan ammonia in geringe overmaat en laat dit eenigen tijd gedekt bij matige warmte staan. De neerslag, die naast ijzeroxyd-, mangaanoxyd- en aluinaardehydraat eenig phosphorzuur en steeds sporen kalk en magnesia bevat, wordt gefiltreerd, eenigszins uitgewasschen en op nieuw in zoutzuur opgelost, de oplossing wordt verhit, na toevoeging van chloorwater volkomen neergeslagen, met ammonia gefiltreerd, uitgewasschen, gegloeid en gewogen.

De afzonderlijke bepaling der bestanddeelen van het ammonia-praecipitaat volgt na *f.*

d. De van den eersten en tweeden neerslag met ammonia afgefiltreerde vloeistoffen worden vereenigd en daarin kalk en magnesia bepaald volgens blz. 238.

e. Voor de bepaling van het koolzuur neemt men 1 à 2 g. kalksteen en behandelt die in het toestel op blz. 155 aangegeven, volgens de daarbij geschreven regels of wel met het toestel van Dr. Scheibler, zie blz. 196.

f. Men behandelt 20 à 30 gram met zoutzuur, filtreert de door aanhoudend verwarmen van koolzuur bevrijde vloeistof door een gewogen filter in eene literflesch, wascht het restant uit, droogt en weegt het. (Het gewicht zal niet met *b* overeenstemmen, omdat kiezelzuur op den filter hier nog in de oplossing is.)

In hoofdzaak bestaat kalksteen uit koolzure kalk en wordt in suikerfabrieken gebruikt 1°. om daaruit koolzuur te ontwikkelen voor de saturatie, 2°. de gebrande kalk wordt gebruikt voor de scheiding. In bijzonder daarvoor gebouwde kalkovens wordt de kalksteen gebrand, waarbij dus het eerste product gasvormig ontwijkt en het 2e als bijtende kalk terug laat.

Algemeen let men op de waarde der kalk, daar deze direct in het sap wordt opgelost. Hoe zuiverder, d. w. z. hoe meer koolzure kalk een kalksteensoort bevat, des te beter is zij voor het doel geschikt.

De kalksteen, die in de natuur voorkomt, is zeer verschillend van samenstelling. Naast koolzure kalk, zijn afwisselende hoeveelheden van koolzure magnesia, gips, ijzeroxyd, kiezelzure alcaliën, klei en zand, soms ook organische stoffen. Zeer schadelijk is een grooter gehalte aan gips en alcalizouten, die door het branden ontleed en dus in water oplosbaar gemaakt worden.

Meer dan 0.4 % gips mag een goede kalksteen niet hebben, evenmin mag meer dan 0.2 % vrij alcali na het branden aanwezig zijn. De andere bestanddeelen zijn meer lastig dan schadelijk. Meer dan 10 % mag er echter niet van deze aanwezig zijn.

Men maakt een goed doorsneêmonster fijn en bewaart dit in een goed sluitende flesch. Voor de proef weegt men van deze luchtdroge stof af, doch berekent de resultaten op watervrije stof. De oorspronkelijke vochtigheid wordt afzonderlijk opgegeven.

1. Waterbepaling.

10 g. van den fijn gepoederden kalksteen worden bij 110° C. gedroogd en gewogen.

2. In zoutzuur onoplosbaar (zand en klei.)

5 g. kalksteenpoeder met een weinig water aangeroerd, doet men in een schaal, dekt een groot horlogeglas er over en giet nu langzaam 50 cM³ zoutzuur er op; een kleine hoeveelheid aether belet het overschuimen. Men kookt de oplossing 5 minuten, spoelt het horlogeglas met heet water af in de schaal, en filtreert nu den inhoud der schaal door een kleinen filter van bekend aschgehalte, wascht met heet water uit, tot geen chloor meer kan aangetoond worden, droogt den filter, gloeit en weegt. Het verkregen gewicht na aftrek der filterasch met 20 vermenigvuldigd, geeft % zand en klei.

Filtreert men op een maatflesch van 250 en vult deze tot de streep, dan diene deze 250 cM³, na goed dooreen mengen, tot bepaling der overige bestanddeelen.

3. IJzeroxyd en kleiaarde.

50 cM³ der oplossing = 1 g. kalksteen worden in een bekerglas verhit tot het kookpunt, voeg ammoniak bij tot zwakke alcalische reactie, waardoor ijzeroxyd en kleiaarde als een grofvlokkige neerslag zich afscheiden, die al naar het ijzergehalte meer of min roodbruin gekleurd is.

Mocht het gebeuren dat deze neerslag grijsgroenachtig van kleur is, dan was het ijzer niet als oxyd, maar als oxydul aanwezig. Om het in oxyd om te zetten, voegt men weer eenige druppels zoutzuur bij den ontstanen neerslag, die dan weer oplost en nu eenige korrels zuiver kalium-chloraat kristallen. Door het ontwikkelde chloor wordt oxydul in oxyd omgezet en kan men nu, na toevoeging van ammoniak, op een bruinachtigen neerslag rekenen. De vloeistof houdt men heet, en filtreert; de neerslag wordt met heet water afgezoet, daarna gedroogd, gegloeid en gewogen. Na aftrek der filterasch en multiplicatie met 100, heeft men het percentgehalte ijzeroxyd en kleiaarde, die gewoonlijk te zamen worden opgegeven.

4. Koolzure kalk.

De gewone en spoedig uitvoerbare bepaling geschiedt door de bepaling van het koolzuurgehalte. Men moet echter niet vergeten, dat daarbij ook het aan magnesia gebonden koolzuur wordt meegerekend. In de meeste gevallen is echter het magnesiagehalte zoo gering, dat men voor het technische doel deze bepaling kan laten gelden. Is echter een groot gehalte aan magnesia geconstateerd, dan moet men de volgende manier volgen:

De bij 3 verkregen, van ijzeroxide en kleiaarde afgefiltreerde, ammoniakale oplossing, zuurt men met azijnzuur aan, verhit tot kookpunt en voegt nu eene oplossing van oxalzure-ammoniak bij, tot geen neerslag meer ontstaat. De neerslag van oxalzure-kalk wordt nauwkeurig volgens blz. 157 behandeld, gedroogd en als zoodanig gewogen. (Het filtraat dient voor de bepaling der magnesia volgens 5).

Door vermenigvuldiging, na aftrek van het filtergewicht, met den factor 0.6863 verkrijgt men de in 1 g. kalksteen aanwezige hoeveelheid koolzure kalk.

Voorbeeld:	Glas + filter + neerslag	32.563 g.
	Glas + filter	31.201 „
	oxalzure kalk	1.362 g.

$1.362 \times 0.6863 = 0.9347$ g. koolzure kalk of 93.47 %.

Wil men alleen door koolzuurbepaling uitrekenen hoeveel koolzurekalk de steen bevat, dan gebruikt men daarvoor met succes het toestel van Scheibler, zie blz. 96. Men weegt daartoe 0.3 tot 0.5 g. van den zeer fijn gewreven kalksteen af en behandelt precies als voor beenzwart is opgegeven.

Het volume gas, dat men afleest, vermeerdert men met 0.8 als het onveranderlijk getal dat de hoeveelheid koolzuur uitdrukt, die bij de ontleding van den kalksteen in het zoutzuur blijft opgesloten; men lette op de temperatuur en leest nu het gehalte van koolzure kalk op tabel XVII, (zie blz. 239).

Voorbeeld: 0.28 g. kalksteen gaven bij een temperatuur van 19° C. eene aflezing van 15.3.

$$15.3 + 0.8 = 16.1$$

volgens de tabel bij 19° C. is

$$10^\circ = 0.164559$$
$$6^\circ = 0.098735$$
$$0{,}1^\circ = 0.001646$$
$$16{,}1^\circ = 0.264940 \text{ g. koolzure kalk.}$$
$$0.28 : 0.26494 \text{ g} = 100 : x$$
$$x = 94.62\ \%$$

Men kan ook het ontwikkelde koolzuur wegen, en is deze methode nauwkeuriger dan de voorgaande, daar men een veel grootere hoeveelheid stof in onderzoek kan nemen. Men gebruikt daartoe het toestelletje van Geisler, beschreven en afgebeeld in fig. 55 blz. 155. Men weegt het kolfje zonder de beide zuurglaasjes, doet door een wijdhalzigen trechter een zekere hoeveelheid kalksteenpoeder in het fleschje, weegt opnieuw; doet een weinig water bij en behandelt verder als op blz. 155 is opgegeven. Het ten slotte geconstateerde gewichtsverlies is gelijk aan het koolzuurgehalte en dit met factor 2.273 vermenigvuldigd = het koolzure kalkgehalte.

Voorbeeld: flesch A + kalksteen 26.732 g.
〃 〃 ledig 25.100 〃

kalksteen 1.632 g.

Totaal gewicht van het toestel voor de ontwikkeling 87.138 g.
〃 〃 〃 〃 〃 na 〃 〃 86.467 〃

dus gewichtsverlies = koolzuur 0.671 g.

$$1.632 : 0.671 = 100 : x.$$

$$x = \frac{0.671 \times 100}{1.632} = 41.115 \text{ koolzuur.}$$

$$41.115 \text{ koolzuur} \times 2.273 = 93.45\ \%$$

5. Magnesia.

Vooraf moet verwijderd zijn ijzeroxyd, kleiaarde en kalk, en men gebruikt dus de vloeistof die sub 4.a overgebleven is.

Men voegt bij deze vloeistof, die men ook eenigermate kan indampen, voor het geval men wat ruim met waschwater is geweest, ammoniak, en dan eene oplossing van phosphorzure-natron. De verkregen neerslag van phosphorzure ammoniak-magnesia wordt precies volgens blz. 189 behandeld en bepaald. De daaruit verkregen magnesia met den factor 2.100 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid koolzure magnesia in 1 g. kalksteen.

6. Zwavelzure kalk (gips).

100 cM^3 der zoutzure oplossing sub 2 (= 2 g. kalksteen) worden

TABEL,

aangevende het gewicht aan calcium-carbonaat, berekend uit het volume koolzuur door Scheibler.

Afgelezen met 0.8 vermeerderd volume (m+0,8)	Bij een temperatuur ° Celsius van														
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	g.	g.	g.	g.	g.	g	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.
1	0.016845	0.016769	0.016691	0.016613	0.016535	0.016456	0.016376	0.016296	0.016214	0.016132	0.016049	0.015965	0.015880	0.015794	0.015707
2	0.033691	0.033537	0.033382	0.033227	0.033070	0.032912	0.032752	0.032591	0.032429	0.032265	0.032099	0.031931	0.031761	0.031589	0.031414
3	0 050536	0.050306	0.050074	0.049840	0.049605	0.049368	0.049129	0.048887	0.048643	0.048397	0.048148	0.047896	0.047641	0.047383	0.047121
4	0.067381	0.067074	0.066765	0 066453	0.066140	0.065824	0.065505	0.065183	0.064858	0.064529	0.064197	0.063862	0.063522	0.063177	0.062828
5	0.084227	0.083843	0.083456	0.083067	0.082675	0.082280	0.081881	0.081479	0.081072	0.080662	0.080247	0.079827	0.079402	0.078972	0.078536
6	0.101072	0.100611	0.100147	0.099680	0.099210	0.098735	0.098257	0.097774	0.097286	0.096794	0.096296	0.095792	0.095282	0.094766	0.094243
7	0.117917	0.117380	0.116838	0.116293	0.115745	0.115191	0.114633	0.114070	0.113501	0.112926	0.112345	0.111758	0.111163	0.110560	0.109950
8	0.134762	0.134148	0.133530	0.132906	0.132280	0.131647	0.131010	0.130366	0.129715	0.129058	0.128394	0.127723	0.127043	0.126354	0.125657
9	0.151608	0.150917	0.150221	0.149520	0.148815	0.148103	0.147386	0.146661	0.145930	0.145191	0.144444	0.143689	0.142924	0.142149	0.141354
10	0.168453	0.167685	0.166912	0.166133	0.165350	0.164559	0.163762	0.162957	0.162144	0.161323	0.160493	0.159654	0.158804	0.157943	0.157071
20	0.336906	0.335370	0.333824	0.332266	0.330700	0.329118	0.327524	0.325914	0.324288	0.322646	0.320986	0.319308	0.317608	0.315886	0.314142

in een kookflesch gekookt. Na toevoeging van chloorbarium-oplossing wordt de verkregen neerslag van zwavelzure baryt volgens blz. 157 behandeld en bepaald. Het gewicht met factor 0.5832 vermenigvuldigd, geeft onmiddellijk het gehalte aan gips in 2 g. kalksteen.

7. Alcaliën.

De alcaliën worden het best uit de gebrande kalk bepaald, daar de behandeling der zoutzure oplossing zeer omslachtig en tijdroovend is.

Kan men den steen niet in een kalkoven gebrand krijgen, dan kan men zich ook in het laboratorium zelf helpen. In een Hessischen kroes van ongeveer 20 cM. hoogte, die in den bodem een opening heeft van ½ cM. doorsneê, om de lucht toegang te geven, doet men beneden eenige grove stukken kalksteen, en vult nu met stukjes kalksteen ter grootte van erwten en zet den kroes op een houtskolenvuur ongedekt een paar uur aan den brand uit. De kroes wordt zoo gesteld, dat de lucht gemakkelijk doorgang heeft, om het ontwijkende koolzuur af te voeren.

Kool en aschdeeltjes worden verwijderd en de gebrande stukken in goed sluitende bussen bewaard, opdat noch vocht noch koolzuur uit den dampkring kan worden opgenomen.

Zooals reeds bij het begin werd gezegd, zijn de alcaliën in den vorm van silicaten aanwezig, die door het brandproces ontleed worden. Er ontstaat kiezelzuur en vrije of bijtende alcaliën, die gemakkelijk in water oplosbaar, aan chloor gebonden en als chloor-alcaliën gewogen worden.

Zonder groote fout kan men steeds al de gevonden chloor-alcaliën als chloor-kalium aanzien en dus het alcali-gehalte als kalium-oxyd in rekening brengen.

Men handelt als volgt:

150 g. van een goed doorsneêmonster der gebrande kalk, worden in een ruime flesch met 1500 cM^3 water overgoten; men laat onder herhaald omschudden zoo lang staan, tot alle kalk gebluscht en fijn verdeeld is, koelt af en filtreert door eén groot droog vouwfilter en neemt van het filtraat 1000 cM^3 = 100 g. kalk.

Daar in het filtraat naast de alcaliën ook kalk opgelost is, laat men koolzuur instroomen, waardoor de kalk als koolzure kalk neerslaat, filtreert opnieuw en verdampt de heldere vloeistof, onder toevoeging van een weinig zoutzuur tot droog toe. Bij het restant, met een weinig water opgelost, voegt men een weinig oxalzure ammonia, om de laatste sporen kalk neer te slaan, filtreert door een kleinen filter in een van te voren getarreerden porceleinen kroes, men verdampt tot droogworden toe gloeit zwak en weegt. Het verkregen gewicht is: het uit 100 g. gebrande kalk, geloogde chloor-kalium, die men op ongebrande kalk moet omrekenen.

V o o r b e e l d: Kalksteen met 93.46 % koolzure kalk
6.54 〃
100.— %

93.46 × 0.56 = 52.34 % bijtende kalk, die met de gedurende het branden onveranderde 6.54 % vreemde stoffen, 58.88 % gebrande kalk oplevert. 100 g. hiervan leverde een restant van
0.095 g. chloorkalium, dus 58.88 g. (of 100 g ongebrande steen)
100 : 0.095 = 58.88 : x
x = 0.056 % chloorkalium.
Vermenigvuldigt men dit getal met factor 0.6319, dan krijgt men het kalium-oxyd
0.056 × 0.6319 = 0.035 % kalium-oxyd.
Samenstelling der resultaten:
De kalksteen bevat in watervrijen toestand (bij 110° C. gedroogd)

93.46	% koolzure kalk
1.03	〃 〃 magnesia
0.65	〃 ijzeroxyd en kleiaarde
0.94	〃 gips
3.65	〃 in zoutzuur onoplosbaar
0 27	〃 rest (alcali-silicaten enz.)
100.—	%.

Uit 100 deelen werd door branden en blusschen 0.035 % kalium-oxyd gevonden.
Het watergehalte bedroeg 0.84 %.

a. De onoplosbare rest.

aa. Men behandelt een gedeelte met eene kokende oplossing van zuiver koolzure-soda, verwijdert uit de oplossing het kiezelzuur (bladz. 212) en leert daardoor de hoeveelheid van het in het restant voorhanden, in alcaliën oplosbaar k i e z e l z u u r kennen.

bb. Bevat het restant z w a v e l k i e s, dan smelt men een gedeelte met koolzure-soda en salpeter, weekt met water op, verdampt met zoutzuur tot droog toe, bevochtigt met zoutzuur, verwarmt met water, filtreert en bepaalt het zwavelzuur in het filtraat en berekent de hoeveelheid zwavelkies (FeS_2).

b. De zoutzure oplossing.

aa. De helft der op 1000 cM^3 gebrachte vloeistof wordt gebruikt voor de bepaling van het in de oplossing gekomen k i e z e l z u u r, verder ter bepaling van b a r y t, ij z e r o x y d u l en het p h o s p h o r z u u r, volgens de op bladz. 172 opgegeven regels.

bb. Een $^1/_4$ gedeelte wordt gebruikt om, indien de kalksteen een in zoutzuur oplosbaar zwavelzuur zout bevat, het zwavelzuur met

chloorbarium (zie blz. 176) te bepalen. Men behandelt de doorgefiltreerde vloeistof met chloorwater, vervolgens met ammonia en koolzure-ammonia, filtreert en verdampt het filtraat tot droog toe, verwijdert de ammoniazouten, door gloeien in eene platinaschaal, en scheidt de magnesia van de alcaliën, door het restant met water op te weeken, met zuivere kalkmelk neer te slaan, te koken, te filtreeren en uit te wasschen.

De gefiltreerde oplossing wordt ingedampt, gegloeid en gewogen (zie blz. 171).

Voor de industrie kan de koolzure kalk ook bepaald worden door de maatanalyse of titreermethode; want bevat een mineraal slechts koolzure kalk, dan kan men de hoeveelheid van de laatste stof vrij nauwkeurig vaststellen uit de hoeveelheid zuur, die noodig is om het te ontleden. Ook kan men gebruik maken van de methode op blz. 237 aangegeven en uit de hoeveelheid koolzuur de koolzure kalk berekenen door voor 1 aeq. koolzuur = 22, 1 aeq. koolzure kalk = 50 te rekenen.

Voor de maatanalyse maakt men gebruik van het normaal-salpeterzuur en eene normale sodaloog, waarvan de juistheid door normaal-oxalzuur is vastgesteld. Uit de buret meet men 20 cM³ van het salpeterzuur, kleurt het met lakmoes rood en laat uit eene tweede buret van de normale sodaloog toevloeien, tot de vloeistof even blauw gekleurd is. Nemen wij aan, dat voor de 20 cM³ salpeterzuur 24 cM³ sodaloog verbruikt waren, dan moeten 20 volumen van het zuur met 4 volumen water vermengd worden, om op de sterkte van de loog te komen. Na het verdunnen meet men weer 20 cM³ af en titreert opnieuw. Men moet thans nauwkeurig 20 cM³ sodaloog gebruiken.

Men neemt eerst de proef met eene zuivere alcalische aarde, weegt hiertoe eene bepaalde hoeveelheid af, voegt wat water en zooveel normaal-zuur bij, tot de alcalische aarde opgelost is en met lakmoes nog rood schijnt, titreert nu met de sodaloog terug tot blauw, trekt de verbruikte cM³ loog van de verbruikte cM³ zuur af en zet alsdan 1000 cM³ zuur = 76.5 baryt, = 51.75 strontiaan, = 28 kalk of 20 magnesia. Hoe verhouden zich de verbruikte cM³ zuur tot x?

Daar men hier met koolzure-alcalische aarden te doen heeft, zoo verwarmt men de afgewogen hoeveelheid in een kolfje met water en laat dan uit de buret het normaal-salpeterzuur bij kleine hoeveelheden toevloeien.

Is de stof opgelost en dus het zuur overheerschend geworden, dan voegt men er lakmoes-tinctuur bij en vervolgens normaal-sodaloog, tot nog slechts eene kleine overmaat — ongeveer $^1/_2$ cM³ — vrij zuur aanwezig is, verhit tot kokens toe, schudt om, zet het koken eenige minuten voort, om al het koolzuur uit de vloeistof en de flesch te

drijven en titreert dan ten laatste met de sodaloog terug, tot de vloeistof even blauw gekleurd is.

1000 cM³ zuur =	98.5	g.	koölzure	baryt
	73.75	"	"	strontiaan
	50	"	"	kalk
	42	"	"	magnesia.

Wil men de rekening vermijden, dan weegt men $^1/_{10}$ of $^1/_{20}$ aequivalent van de zuivere of koolzure alcalische aarde (H = 1) in grammen af; in het eerste geval zijn de verbruikte cM³, in het tweede de halve cM³ = percenten.

XII.

KALKOVEN-GAS

(SATUREERGAS).

Het suikersap met kalk behandeld, houdt een groot gedeelte kalk als kalksaccharaat terug en moet door de zoogenaamde carbonatatie, dat wil zeggen de behandeling van het heete sap met koolzuur, van de overtollige kalk bevrijd worden. Het koolzuur verbindt zich met de kalk tot onoplosbare koolzure kalk, die op die wijze wordt afgezonderd.

Men verkrijgt het noodige koolzuur als bijproduct, door het branden van kalksteen (zie XI, blz. 234). Met een groot gedeelte dampkringslucht vermengd, bevat het carbonatatie-gas (satureergas) naast koolzuur meestal zwavelig-zuur en soms ook zwavelwaterstof gas, als schadelijke bijmengsels. De waarde van het satureergas hangt af van haar gehalte aan koolzuur, dat weer van de grondstof en de inrichting (kalkoven) afhankelijk is. Men onderzoekt deze gassen op

a. Koolzuur.

De hier volgende manieren berusten op het beginsel, dat aan een bepaald afgemeten volume gasmengsel, door kaliloog al het koolzuur wordt onttrokken. Hare hoeveelheid staat in rechte reden tot het verminderde volume.

Het eenvoudigste toestel, dat deze bepaling in den kortsten tijd mogelijk maakt, is het toestel van Stammer. Het bestaat uit een 15 mM. wijde, in 50 gelijke deelen verdeelde buret, wier bovenste deel door een glaskraan gesloten en daarboven een klein met een stop gesloten glaasje in ronden of langen vorm draagt. Bij het probeeren van satureergas, zet men de buret in een hogen met water gevulden glascylinder, verbindt, de op eene geschikte plaats der pijpleiding tusschen

de koolzuurpomp en carbonatatieketels aangebrachte kraan, door een gomelastieke buis met het geopende boveneind der buret en laat het gas bij de geopende kraan eenigen tijd door de buret en de afsluitende vloeistof stroomen.

Na de kraan gesloten te hebben, is de buret geheel gevuld met gas, waarna men de gomelastieke buis afkoppelt en door voorzichtig openen der kraan en indompeling tot het 0-punt der buret, zooveel gas laat ontsnappen, tot het opstijgende water juist tot het 0-punt staat en er dus juist 50 ruimtedeelen der buret met gas gevuld zijn. Dan sluit men de glaskraan en doet in het bovenste glaasje 15 a 20 cM³ kaliloog van 1.25 à 1.30 S.g., opent de kraan een weinig en laat een klein gedeelte loôg in de buret loopen. Zij absorbeert onmiddellijk het koolzuur. Daardoor ontstaat een luchtledig in de buret, en het water stijgt in de hoogte, juist die ruimte innemende van het geabsorbeerde koolzuur. Wat niet door de kaliloog is geabsorbeerd, is lucht. Licht men nu de buret zoover in de hoogte, tot de vloeistofkolom in de buret iets hooger staat dan de omringende vloeistof en laat een nieuwe hoeveelheid loog toevloeien, dan neme men de buret, het ondereinde met den vinger der eene hand gesloten, uit het water en schudt eenige malen, ten einde eene volledige opname van het koolzuur te verkrijgen, en brengt de buret, altijd goed gesloten, weer in de glas-cylinder terug, waarin men haar, om volkomen evenwicht in de temperatuur te verkrijgen, geheel door water omringd, eenigen tijd laat staan.

Dan heft men de buret opnieuw op en brengt de vloeistofkolom binnen de buret op gelijke hoogte met het niveau van het omringende water en leest af.

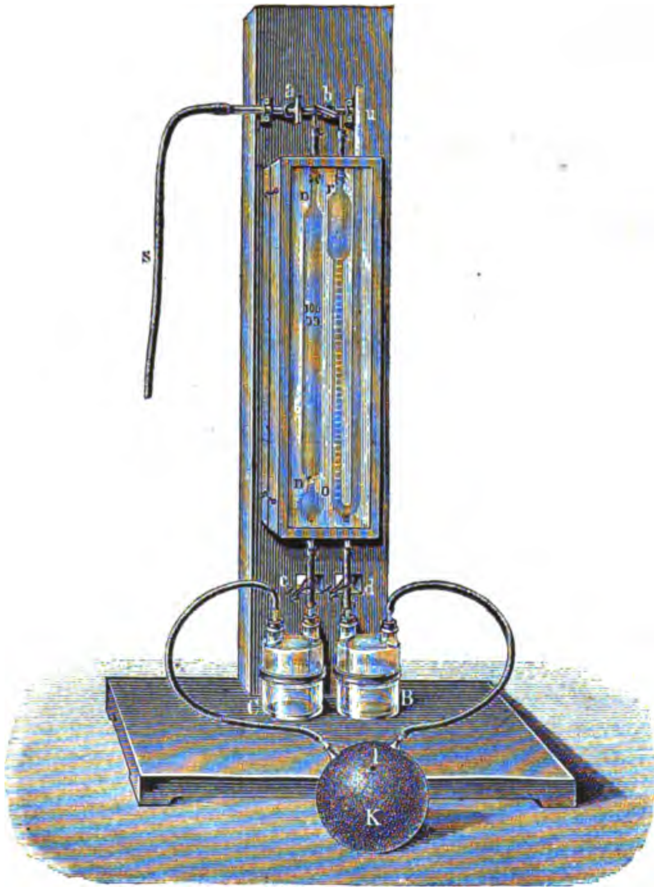
Het afgelezen getal ruimtedeelen, boven het waterniveau, wordt verdubbeld, omdat men 50 deelen gas heeft onderzocht, en drukt dan de volumepercenten koolzuur in het gas uit.

V o o r b e e l d: aflezing bij normaal-temperatuur

$13.7 \times 2 = 27.4$ volume percent koolzuurgas.

Minder eenvoudig, doch aangenamer en zekerder is de door S c h e i b l e r geconstrueerde toestel, Fig. 69, waarvan de beschrijving wordt gevonden op blz. 98 e. v., waar men tevens de wijze van onderzoek vermeld vindt en waarnaar wij dus, om niet te uitvoerig te worden, verwijzen.

Fig. 69.



XIII.

ANALYSE VAN BEENZWART.

Er is in de tegenwoordige suiker-industrie geene stof zoo belangrijk als het beenzwart. Hoe vaak ook zijne toepassing bestreden en zijne werking geminacht is, heeft het beenzwart altijd beter en altijd krachtiger zijne plaats als hoofdzuiveringsmiddel behouden. Is dus alleen reeds uit dit oogpunt de speciale kennis van zijne samenstelling voor de suiker-industrie belangrijk, te meer moet zij het worden, wanneer men bedenkt, dat van zijne goede of slechte samenstelling dikwijls het lot der fabriek of raffinaderij afhankelijk is.

Gaan wij even in korte trekken na, wat het beenzwart moet zijn

en hoe het gedurende het gebruik wordt, dan zal de reden, waarom het zoo nauwkeurig moet onderzocht worden, veel duidelijker zijn.

De beenderen der dieren bestaan uit phosphorzure kalk, koolzure kalk, alcaliën, lijmstof, mergvet, enz. De buitenste laag is zeer dicht van weefsel, terwijl in het binnenste het zoogenaamde merg in grootere en kleinere cellen van kraakbeen bevat is. Voor de vervaardiging worden het vet en de lijmstof aan de beenderen door uitkoken en uitstoomen onttrokken.

Om goed werkend zwart te krijgen, moeten de beenderen gemalen en in opzettelijk daarvoor vervaardigde ovens gegloeid worden. Dit geeft den beenzwart-fabrikanten verlies, omdat daardoor een groot gedeelte van het kraakbeen verloren gaat en verbrandt. Zij geven er dus de voorkeur aan, de beenderen eerst te verbranden en dan de gebrande beenderkool te malen. Hoe ook gefabriceerd, de beenderkool of het beenzwart bestaat uit een mengsel van

beenderaarde.....	phosphorzure kalk.....	78 %
	koolzure kalk.........	6 "
	alcaliën, gips, etc......	3 "
mergkool (koolstof)......................		10 "
water en zand..........................		3 "
		100 "

De beenderaarde is met ontelbare en onzichtbare poriën doorweven. Nu wordt de eigenschap van het beenzwart, om uit oplossingen een gedeelte der opgeloste stoffen in zich op te nemen (te absorbeeren), toegeschreven aan de capillariteit. Hoe grooter nu het oppervlak met haarbuisjes is, hoe grooter de werking zal zijn. Dat evenwel nog eene chemische kracht, vermoedelijk die der koolstof, werkzaam is, behoeft geen betoog, want wordt het beenzwart te fel of bij toetreding van dampkringslucht gebrand, dan verbrandt de koolstof en laat de beenderaarde in denzelfden poreusen toestand terug; maar deze aarde heeft al de eigenschappen van het beenzwart verloren.

Het beenzwart oefent eene dubbele werking uit, eenmaal eene werktuigelijke inzuiging, andermaal een chemische absorptie of opzuiging.

De suikersappen loopen niet *door* het beenzwart, maar er langs; terwijl gedurende dat korte tijdsverloop een soort van osmose plaats grijpt, waardoor het sap zijne zouten en organische stoffen aan het zwart afstaat. Langzamerhand worden die fijne haarbuisjes met de opgenomen stoffen verstopt en de werking van het zwart vermindert nu zeer snel. Het zwart neemt slechts het water werktuigelijk, de suiker in het geheel niet op. De grootere poriën zijn gevuld met suikeroplossing, die men door afspoeling van het zwart kan verwijderen. De opgenomen stoffen evenwel kunnen niet allen door het water worden verwijderd, hoewel met het afspoelen der beenzwartfilters veel opgenomen stoffen in de fabriek terugkomen.

Om het doel te bereiken, maakt men gebruik:

1° van gisting en uitstooming;

2° van koking met alcaliën;

3° van koking en behandeling met zoutzuur;

4° van spoeling met koud water;

5° van gloeiing in ovens.

Zelden worden al deze middelen tegelijk gebruikt. Al naarmate van de eene of andere opvatting, combineert men ze. Het meest wordt gespoeld, gezuurd, gewasschen, gestoomd en gebrand.

Dat men hierbij nimmer volkomen het doel, dat men beoogt, nl. de volledige vernieuwing van het beenzwart, bereikt, zal bij eenig nadenken niet vreemd schijnen.

Bij de wassching, enz. wordt voornamelijk de buitenste rand van de beenzwartkorrels gereinigd, de binnenste poriën worden meestal niet geraakt; bij de gloeiing verbrandt wel een goed deel der organische stoffen, maar deze vormen glanskool, waardoor de poriën verstopt worden. Men kan zich hiervan gemakkelijk overtuigen, door het vernieuwde zwart met zuiver water uit te trekken. Dampt men dit water in, dan blijven meestal organische en anorganische stoffen terug.

Eene zorgvuldige behandeling dus van het beenzwart is dringend aan te bevelen. Het is voornamelijk het gehalte aan kalk en koolzure-kalk, dat in de verschillende fabrieken zeer variëerend in het beenzwart is. Zooals we hiervoor opgaven, is in nieuw beenzwart de koolzure-kalk met 6 % als normaal aangevoerd en men treft in het gebruikte beenzwart de koolzure-kalk in verhoudingen aan van 8—20 %. In de raffinaderij daarentegen valt de koolzure kalk dikwijls tot 2 % terug.

In de fabrieken is het voornamelijk het gebruik van kalk en de daarop volgende carbonatatie, die veel koolzure kalk in het beenzwart brengt. In de raffinaderij gebruikt men minder kalk, maar filtreert men zeer sterk met suiker, die meer of minder eene zure reactie bezit; een gedeelte dus der koolzure kalk wordt ontleed en door de spoelwaters, enz. afgevoerd. Hierdoor wordt het eenigermate duidelijk, waarom het beenzwart der raffinaderij doorloopend minder koolzure kalk bevat.

Dat een nauwkeurig onderzoek voor de beetwortelsuikerfabrieken minstens eenmaal per week, voor de raffinaderij eenmaal per maand en het onderzoek omtrent de koolzure kalk dagelijks moet geschieden, zal men, bij de hooge beteekenis van een goed beenzwart, wel niet te veel vinden.

Totale analyse van beenzwart.

Een gedeelte van het goed gekozen doorsneê-monster van het zwart, wordt in een mortier fijn gestampt en zoolang gewreven, tot alles een gelijkmatig fijn poeder geworden is. Om zeker te zijn, slaat men het door eene fijne zeef en wrijft het terugblijvende opnieuw fijn.

Bepaling watergehalte.

De eigenschap van beenzwart, om met groote begeerte water uit de lucht te absorbeeren, en dit vocht bij aanhoudende en sterke warmte weêr af te geven, vordert eenerzijds een snelle weging en een paar goed sluitende horloge-glazen, waarvoor men ook het droogglaasje fig. 68 kan gebruiken, ter andere zijde een behoorlijke hooge temperatuur in de droogkast.

Mocht zeer vochtig zwart ter onderzoek zijn genomen, dan stoot men de korrels vooraf tot een grof poeder en nadat men het watergehalte weet, droogt men de rest en maakt die fijn als voren.

Men laat vier à vijf uur 5 g. bij 130 à 150° C. drogen, daarna in den exsiccator afkoelen, weegt, zet weer in de droogkast ongeveer een half uur, en weegt opnieuw. Blijft het gewicht constant, dan is het verlies in gewicht gelijk aan het watergehalte:

Voorbeeld:	gewicht droogglas + 5 g. zwart	28.643 g.
	〃 na de droging	28.365 〃
		0.278 g.

0.278 × 20 = 5.56 % water

Koolstof en zand.

10 g. worden, nauwkeurig afgewogen, in een bekerglas gedaan en daarop zoutzuur van 1.12 S. g. gezet, om het 12 uur met een horlogeglas bedekt, op eene warme plaats te laten trekken. Men kan ook als volgt handelen: de 10 g. worden in een diepe porseleinen uitdampschaal met water overgoten, en terwijl men, om het wegspatten te voorkomen, de schaal met een groot horlogeglas bedekt, met 50 cM³ zuiver zoutzuur behandeld. Nadat de heftige opbruising bedaard is, zet men de schaal, altijd bedekt door het glas, boven de vlam en kookt den inhoud gedurende 15 minuten, natuurlijk op eene plaats, waar de zoutzure dampen geen schade of hinder veroorzaken.

Hierdoor worden de alcaliën en alcalische aarden opgelost, terwijl zand, klei en koolstof onopgelost blijven. Na met veel warm water verdund te zijn, filtreert men het helder opstaande vocht door een drogen en gewogen filter, giet er opnieuw warm water op, laat uitzakken en filtreert. Deze bewerking herhaalt men nog eenmaal, waarna men de koolstof op den filter spoelt. Men moet bij het opgieten der vloeistof, den filter niet te vol doen, daar men steeds te kampen heeft met het zeer fijne zwart, dat bij het opvolgende uitwasschen tegen de wanden van den trechter opklimt en zoo voor het onderzoek verloren gaat, omdat men het moeilijk weer op den filter kan krijgen. Men wascht met warm water zoolang af, tot de afloopende vloeistof door salpeterzuur-zilveroxyd niet meer troebel wordt. Den trechter met filter en koolstof zet men bedekt in de droogstoof en droogt bij 100°., weegt

tot het gewicht constant blijft en noteert dit. In eene platina-schaal worden nu koolstof en filter verbrand en het residu wordt, na aftrek van het gewicht der asch van den filter, als zand, enz. in rekening gebracht.

Trekt men het zand af van het gevonden gewicht gedroogde koolstof en hiervan het gewicht van den gewogen filter, dan is het verschil de koolstof.

Voorbeeld:

gewicht:	koolstof + zand + filter....		1.5975
"	van den filter.............		0.5317
			1.0658
gewicht:	platina-schaal + asch.	14,1286	
	platina-schaal........	13,9706	
		0.1580	
	filterasch...........	0.0022	
		0.1558	= 1.558 % zand.
	koolstof + zand.....	1.0658	
	zand...............	0.1558	
		0.9100	= 9.1 % koolstof.

Het filtraat brengt men in een maatflesch op 500 cM³, schudt alles goed door elkander en bepaalt achtereenvolgens:

a. in 100 cM³ ijzeroxyd, kalk, magnesia;
b. " 100 " zwavelzuur en alcaliën;
c. " 100 " phosphorzuur.

Bepaling van ijzeroxyd en aluinaarde.

100 cM.³ der bovenstaande oplossing = 2 g. zwart, worden in een bekerglas verhit tot het kookpunt en doet men er ammonia bij tot zwak alcalische reactie. Hierdoor wordt ijzeroxyd en aluinaarde als hydraat in den vorm van een grofvlokkige neerslag verkregen, die al naar de hoeveelheid ijzer meer of min roodbruin gekleurd is. [1])

Terwijl men de vloeistof voortdurend heet houdt, wordt gefiltreerd, de neerslag uitgewasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen. Na aftrek

---

[1]) Ontstaat na toevoeging van ammoniak, in plaats van een roodachtig bruin, een grijs groenachtige neerslag, dan is het ijzer als oxydul aanwezig. In dit geval lost men de gevormde neerslag door toevoeging van een weinig zoutzuur op, en doet bij de heldere oplossing eenige kristallen kalium-chloraat. Het daaruit vrijwordende chloor bewerkt de omzetting in oxyd en na vernieuwde toevoeging van ammonia ontstaat nu het roodbruin oxydhydraat.

der filterasch, verkrijgt men, na vermenigvuldiging met 50, het gehalte aan ijzeroxyd en aluinaarde, die gewoonlijk niet verder gescheiden worden.

Men moet het filtreeren zoo spoedig mogelijk verrichten, omdat anders door aantrekking van koolzuur uit de lucht, koolzure kalk in den neerslag kan ontstaan. De opsteigende damp der heete vloeistof houdt de lucht verwijderd.

Voorbeeld:	platina-schaal + ijzeroxyd	8.814
	〃 〃	8.8058
		0.0082

50 × 0.0082 = 0.41 % ijzeroxyd en aluinaarde.

Bepaling der kalk en magnesia.

Het filtraat wordt tot kokens toe verwarmd, dan wordt de kalk met oxalzure ammonia gepraecipiteerd en nog wat ammoniavloeistof bijgevoegd, tot het naar het laatste riekt. Het filtraat moet men 12 uur op eene warme plaats laten staan uitzakken. De helder opstaande vloeistof wordt voorzichtig in een bekerglas overgegoten, zonder den neerslag om te roeren; kan men dit niet doen, dan moet men hem door een drogen filter filtreeren. Op den kalkneerslag giet men kokend water, laat uitzakken en filtreert het boven den neerslag staande vocht; dit herhaalt men nog eenige malen. Hierdoor wordt het kalkpraecipitaat veel beter uitgewasschen, dan op den filter kan geschieden. Ten slotte spoelt men met heet water alles op den filter, wascht eenige malen uit, tot de afloopende vloeistof door salpeterzuur-zilveroplossing niet meer opaliseerend wordt en droogt den filter in den trechter bij 100° C. Daarna brengt men den kalkneerslag uit den filter zeer voorzichtig in de platina-schaal, zoo min mogelijk aan den filter latende. Men neemt de gaslamp in de rechterhand en de schaal met kalk op den ring van het statief van fig. 34, beweegt nu de lamp ca. 5 à 6 minuten herhaaldelijk heen en weer, zoodat de schaal slechts even aan den bodem zwak rood gloeit en houdt daarbij het deksel op de schaal, dat men echter van tijd tot tijd oplicht. De asch van den filter, dien men aan een platinadraad verbrand heeft, brengt men op het deksel der platina-schaal.

Men laat in den exsiccator afkoelen en weegt. De inhoud der schaal moet wit en bijna niet grauw zijn. Door deze bewerking is de oxalzure kalk in koolzure omgezet en brengt men het kalkgehalte als volgt in rekening:

$$\begin{array}{rl} CaO = & 28 \\ CO_2 = & 22 \\ \hline & 50 \end{array}$$

gewicht der schaal + koolzure kalk + filter 23.1605
platina-schaal 21.5075
1.653
tarra filter 2
CaO,CO_2 = 1.651

50 : 28 = 1.651 : x
x = 0.92344 g. kalk voor 100 $cM.^3$
Voor 500 $cM.^3$ dus:
4.6172 g. of 46.172 % CaO.

Men kan echter ook op even nauwkeurige wijze de kalk door de maatanalyse bepalen. Daartoe spoelt men de afgewasschen oxalzure-kalk in eene wijdhalzige kookflesch, lost in warm, verdund zwavel- of salpeterzuur op en bepaalt de kalk met kameleon, volgens de op bladz. 147 opgegeven regels.

In het filtraat, dat men onder voorzichtig omroeren een weinig moet indampen, bepaalt men de magnesia, door er salmiak-oplossing en ammonia-vloeistof in overmaat bij te voegen. Ontstaat hierdoor een neerslag, dan moet men meer chloorammonium bijvoegen. Men vermengt dan de heldere vloeistof met eene oplossing van phosphorzure soda in overmaat, roert, zonder de wanden van het glas te raken, voorzichtig om en laat ze 12 uur op eene koele plaats staan. Nu filtreert men, brengt de laatste deeltjes met behulp van een afgesneden kleine veer met een gedeelte der afgefiltreerde vloeistof op den filter, en behandelt ze verder volgens de op blz. 263 opgegeven regels.

V o o r b e e l d: kroes + restant + filter....... 9.1365
kroes 9.1273
0.0092
filter 22
$2MgO,PO_5$ = 0.0070

2MgO = 40
PO_5 = 71
111

111 : 40 = 0.007 : x
x = 0.00252 MgO in 100 $cM.^3$
Voor 500 $cM.^3$ = 0.0126 = 0.126 % magnesia.

Bepaling van zwavelzuur.

b. Men voegt hierbij onder verwarming zooveel chloorbarium toe, als noodig is om het zwavelzuur te binden, laat uitzakken, filtreert, droogt, gloeit en weegt als op blz. 176 is opgegeven.

Voorbeeld: kroes + bariumsulfaat + filter 9.1593

BaO = 76.5 kroes + filter 9.1275

SO_3 40 0.0318

116.5 : 40 = 0.0318 : x

x 0.0109 voor 100 cM.³

Voor 500 cM.³ = 0.0545 = 0.545 %

zwavelzuur.

Bepaling der alcaliën.

Het filtraat verdampt men grootendeels, om het vrije zuur te verwijderen, voegt er kalkmelk in geringe overmaat bij, verwarmt langen tijd in een waterbad en filtreert. Verder behandelt men het filtraat als bij de analyse van plantenasch, blz. 214, is opgegeven.

Voorbeeld: kroes + chloormetalen[1] . . . 9.1415

kroes 9.1273

Na 23 0.0142

Cl 35.46

58.46 : 23 = 0.0142 : x

x = 0.0055 Na Cl. in 100 cM³.

Voor 500 cM³ 0.0275 = 0.275 %

alcaliën.

Bepaling van phosphorzuur.

c. De 100 cM³ behandelt men als in *a* opgegeven, d. w. z. men praecipiteert eerst het ijzeroxyd, filtreert en bepaalt in het filtraat het phosphorzuur, door de oplossing te behandelen met magnesia mixtuur en door al de regels te volgen, die bij de magnesiabepaling zijn opgegeven, zie blz. 187 en v.

Voorbeeld: kroes + $2\,MgO,PO_5$ + filter 22.576

kroes + filter 21.5095

1.0665

2 MgO = 40

PO_5 = 71

111 : 71 = 1.0665 : x

x = 0.6821 PO_5 in 100 cM³

in 500 3.4105 = 34.105 %.

Men kan ook het PO_5 gehalte bepalen volgens blz. 252; altijd echter zijn deze methoden meer of minder afwijkend in de resultaten. Eene nauwkeurige methode werd in den laatsten tijd opgegeven door Fresenius, Neubauer en Luck [2]), aan wie wij hier het voor-

[1]) Wordt als chloornatrium in rekening gebracht.

[2]) Zeitschrift für analyt. Chemie. X. 2. S. 133.

naamste ontleenen: Lost men de phosphorzuurhoudende stof op in zoutzuur, dan gaan al het aanwezige ijzeroxyd en de aluinaarde mee in de oplossing; en is de stof goed fijn gemaakt, dan bevat de oplossing al het phosphorzuur. Kokend, verdund of geconcentreerd salpeterzuur lost de phosphoriten niet volkomen op. Eindelijk levert het gebruik van 5% houdend zwavelzuur, door Graham aangegeven, eene oplossing, die betrekkelijk weinig ijzer bevat en in het terugblijvende bij nauwkeurig werken slechts 0.1 % phosphorzuur teruglaat.

Daar voor de behoeften van den handel het gebruik der molybdeenmethode (zie blz. 245) te tijdroovend is, hebben de bovengenoemde heeren de titreermethode zoo ingericht, dat zij nauwkeurige en overeenstemmende resultaten oplevert. Zij geven, op grond hunner ervaringen, de volgende voorschriften: „Men wrijft de phosphorzuurhoudende stof fijn en weegt 5 gram af. Dan meet men 110 cM^3 verdund 5% houdend zwavelzuur af en wrijft de stof met 10 en na 5 minuten nogmaals met 10 cM^3 van dit zuur, tot het eene dikke, zachte brij vormt. Deze brij verdunt men met water, laat haar uitzakken, giet de vloeistof met de gesuspendeerde deelen in een ¼ liter flesch en wrijft de in het mortiertje teruggebleven grovere deelen met het verdunde zuur, tot ten laatste al het poeder op deze wijze uit de mortier in het kolfje is gespoeld. Men giet het restant zuur in de flesch bij en laat het filtraat, onder toevoeging van nog 10 cM^3 water, onder herhaald omschudden 4 uur of langer staan. Na elke omschudding spoelt men de aan den wand der flesch hangende deelen met water af. Daarna vult men de flesch tot de streep der 250 cM^3 met water aan, schudt goed door en filtreert door een drogen filter in een droog glas. Men neemt van het filtraat 100 cM^3., doet het in een fleschje van 200 cM^3 inhoud, voegt sodaloog bij tot duidelijke alcalische reactie en daarna azijnzuur, tot men geene verandering meer waarneemt in het door de soda ontstane praecipitaat, verdunt met water tot 200 cM^3, schudt goed om en laat, zonder te verwarmen, uitzakken. Men filtreert door een kleinen drogen filter, en zet het filtraat als „halfsterke oplossing" op zijde."

Men heeft nu eene uranium-oplossing noodig, volgens Fresenius' opgave (blz. 136) gemaakt, welke men met eene oplossing van gekristalliseerde phosphorzure soda zoo stelt, dat men van de uranium-oplossing 25 cM^3 afmeet en zoolang van de phosphorzure soda-oplossing uit eene buret bijvoegt, tot een uit het bekerglaasje genomen droppel op eene wit porseleinen plaat met een droppel geel bloedloogzoutoplossing juist ophoudt eene roode kleuring te toonen. Gedurende het titreeren staat het bekerglaasje in een bad met kokend water. Op dezelfde wijze worden nu 25 cM^3 uranium-oplossing met de „halfsterke oplossing" van het beenzwart getitreerd, waaruit men het gehalte aan phosphorzuur gemakkelijk berekent.

(Men titreert niet de phosphorzure oplossing met uranium-oxyd,

maar omgekeerd, omdat men den nadeeligen invloed van de kalk moet vermijden).

Daar de bij het gebruik van verdund zwavelzuur ontstane gips in de vloeistof gesuspendeerd is, moet men eene correctie op de 250 cM³ flesch aanbrengen; genoemde heeren stellen den neerslag op 3 cM³, en men zou dus eene flesch moeten gebruiken, die 253 cM³ inhoud heeft.

Voorbeeld:

5 g. beenzwart, op bovenbeschreven wijze behandeld, werd voor 25 cM³ uranium-oplossing van de halfsterke oplossing gebruikt 36.6 cM³.

1 cM³ uranium-oplossing = 0.005 g.

25 " " = 0.125 "

100 cM³ der beenzwart-oplossing representeeren 1 g. zwart.

$$36.6 : 0.125 = 100 : x.$$
$$x = 0.3416$$

g. PO_5

$$1 : 0.3416 = 100 : x$$
$$x = 34.16\ \%\ PO_5\ ^{1)}$$

Chloorbepaling.

5 g. zwart worden in een platina of porseleinen kroes gegloeid en al de koolstof wordt verbrand. Na afkoeling bevochtigt men voorzichtig de asch met water, spoelt de brij op een drogen filter en wascht nu zoolang met heet water uit, tot de afloopende vloeistof door salpeterzuur-zilver-oplossing niet meer troebel gemaakt wordt. Het filtraat maakt men met de koud verzadigde neutrale chroomzure potasch-oplossing geel en bepaalt het chloor met $^1/_{10}$ normaal salpeterzuurzilveroplossing; zie blz. 159.

Voorbeeld:

5 gram zwart gaven eene chloor-oplossing, die 3.1 cM³ zilversolutie gebruikten.

1 cM³ zilver = 0.003546 gram chloor.

3.1 cM³ = 0.0109926 gram voor 5 gram zwart in %, dus
0.2198 of korter 0.22 % chloor.

De op den filter verzamelde asch kan men in een bekerglas spoelen, met zoutzuur behandelen en als contrôle de vorige bewerkingen herhalen. Wat van de zoutzure oplossing op den filter terugblijft, wordt als zand in rekening gebracht; terwijl de oplossing zelve op 500 cM³ wordt gebracht, waardoor elke 100 cM³ vloeistof 1 gram zwart representeeren.

Men kan ook het kiezelzuur hierin bepalen, door de zoutzure oplossing in te dampen en volgens blz. 212 te behandelen.

---

[1]) Hetgeen met de bepaling als pyrophosphorzure-magnesia nauwkeurig overeenstemt.

Bepaling der gips (calcium-sulfaat).

Zooals reeds vermeld is, bevat nieuw beenzwart steeds eene kleine hoeveelheid, ongeveer 0.15 tot 0.25 % gips, die door de bewerkingen in de fabriek, door verschillende oorzaken wordt vermeerderd. Daar beenzwart met veèl gips schadelijk voor de suikersappen is, moet een herhaalde en regelmatige onderzoeking geschieden.

Zeer snel komt men op de volgende wijze tot zijn doel : 25 g. beenzwart doet men in een kookflesch van c. 300 cM³, bevochtigt goed met water en voegt 100 cM³ zuiver zoutzuur bij. De heftige opbruising van koolzuur voorkomt men door eenige druppels aether.

Na het ophouden der koolzure ontwikkeling, verwarmt men 15 minuten tot het kookpunt, laat afkoelen, en giet, onder zorgvuldig naspoelen, in een fleschje van 250 cM³ inhoud en vult tot op de streep. Na dooreen geschud te zijn, filtreert men in een droog bekerglas. Men neemt 200 cM³ van het filtraat = 20 g. beenzwart en voegt druppelsgewijze zoolang eene oplossing van chloor-barium bij, als nog een neerslag ontstaat. De verdere behandeling van het neergeslagen barium-sulfaat geschiedt op de reeds vroeger bij de water- en plantenasch analyse beschreven wijze. Het ten slotte gewogen barium-sulfaat met den factor 0.5832 vermenigvuldigd, geeft de daarmee overeenkomstige gips aan.

Het gehalte aan calcium-sulfaat (gips) in beenzwart te hoog zijnde, kan voor de suikersappen, die daarover gefiltreerd worden, zeer schadelijk zijn en dient dus herhaaldelijk en regelmatig onderzocht te worden. Ter verwijdering van het te veel, maakt men gebruik van natrium-carbonaat (soda) waarmee het zwart wordt gekookt. Daarbij ontstaat door wisselwerking natrium-sulfaat en calcium-carbonaat, dat later door zoutzuur verwijderd wordt.

Om de hoeveelheid natrium-carbonaat te berekenen, wordt het % gehalte gips met den factor 0.8 vermenigvuldigd. Het product is de hoeveelheid kilos natrium-carbonaat op elke 100 Ko. beenzwart te gebruiken. Het % gehalte aan natrium-carbonaat der gebruikte soda wordt rekening gebracht.

Voorbeeld: Om 0.41 % gips uit het beenzwart te verwijderen, heeft men $0.41 \times 0.8 = 0.328$ Kilo zuiver natrium-carbonaat per 100 Kilo zwart noodig.

Gebruikt men soda van 95 %, dan rekent men

$$95.0 : 100 = 0.328 : x$$

$$x = 0.345 \text{ Kilo soda.}$$

Stammer [1]) schrijft voor bij het kooken van beenzwart met soda, de theoretische hoeveelheid te verdubbelen, omdat de werking en ontleding van de soda op de gips in het zwart, door verschillende oorzaken een onvolledige is.

[1]) Stammer, Zuckerfabrication 547.

Bepaling van zwavel-calcium.

Indien bij de behandeling van het zwart, na de koolzure kalkbepaling, in het ontwikkelingsfleschje A (zie bl. 257) met zoutzuur, nadat de proef afgeloopen is en men het fleschje opent om schoon te maken, een reuk van zwavelwaterstofgas merkbaar is, dat is dit steeds een bewijs dat er zwavel-calcium in het zwart is.

(Chloorwaterstofzuur en zwavel-calcium worden chloor-calcium en zwavelwaterstofgas).

25 g. gedroogd fijn zwart worden in een kookflesch met 0.5 g. fijn kalium-chloraat en heet water gemengd en evenals bij de gipsbepaling aangegeven voorzorgsmaatregelen, met 100 cM³ geconcentreerd zoutzuur overgoten. Reeds bij de gewone temperatuur ontleedt deze het kalium-chloraat; het vrije chloor, dat ontstaat, bewerkt de volkomen omzetting van zwavel-calcium in calcium-sulfaat. Men verwarmt en houdt 10 à 15 minuten op het kookpunt, verdunt de oplossing met water en brengt ze, zonder verlies, in een fleschje van 250 cM³.

Nadat de afkoeling, door koud water tot op kamertemperatuur is verkregen, vult men tot de streep, schudt goed door, filtreert door een drogen filter in een droog glas. In 200 cM³ van het filtraat = 20 g. zwart slaat men het calcium-sulfaat met barium-chloraat neer en behandelt den neerslag als bij de gipsbepaling is opgegeven. Nu heeft men het bedrag der zwavelverbindingen. Trekt men hiervan af wat bij de gipsbepaling is gevonden, dan is de rest van het barium-sulfaat ontstaan uit zwavel-calcium, en geeft deze rest met den factor 0.3089 vermenigvuldigd, de hoeveelheid zwavel-calcium in 20 g. beenzwart.

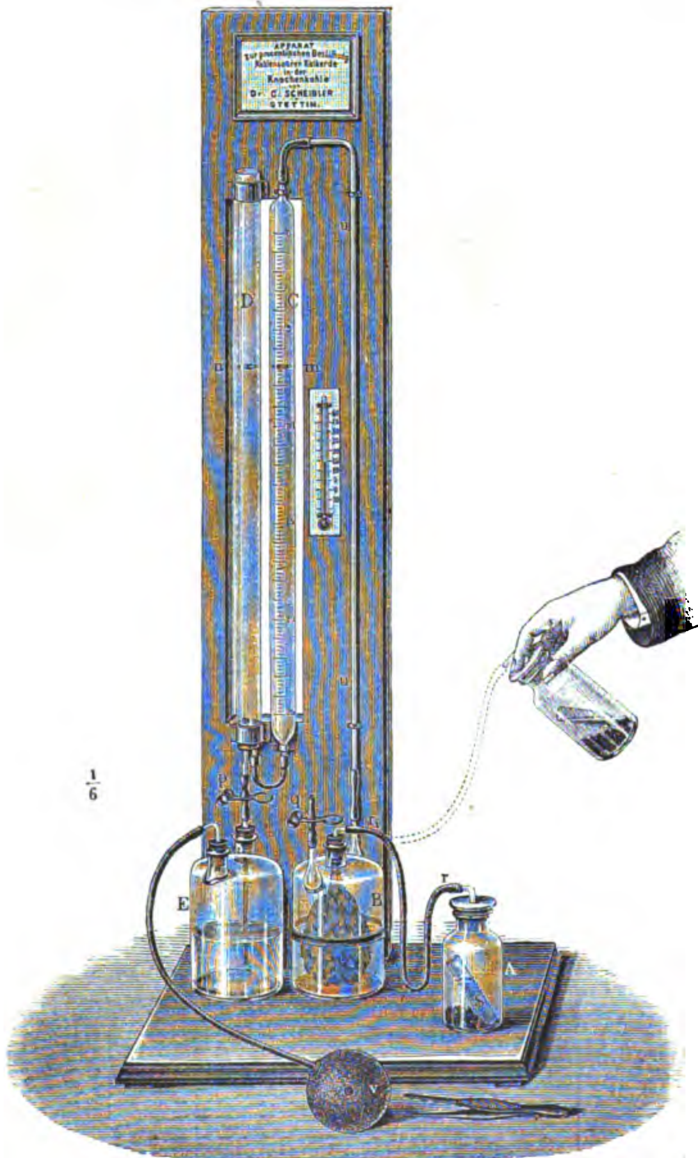
Voorbeeld: Uit 20 g. zwart zijn op deze wijze 0.3935 g. bariumsulfaat verkregen, terwijl bij de directe gipsbepaling 0.318 g. gevonden werden. Het verschil 0.3935—0.3183 = 0.0755 g. bariumsulfaat is gelijk aan het aanwezige zwavel-calcium in het zwart. Door vermenigvuldiging van dit verschil met den bovengenoemden factor: 0.0755 × 0.3089 = 0.02332 g. zwavel-calcium in 20 g. zwart en dus in 100 g. 0.02332 × 5 = 0.1166 of afgerond 0.12 %.

Koolzure kalkbepaling.

1.7 g. (normaal gewicht) beenzwart worden nauwkeurig afgewogen en in het ontwikkelingsfleschje A van den in figuur 70 voorgestelden en op blz. 95 reeds beschreven toestel gedaan, waarbij men zorg draagt, dat er geen zwartdeeltjes in den hals der flesch blijven hangen. In het gutta-percha buisje doet men zoutzuur van 1.12 S. g. en zet dit voorzichtig met een pincet zoo in het ontwikkelingsfleschje, dat er geen zuur uitgestort wordt en de bovenzijde van het buisje tegen den wand der flesch rust. De met vet bestreken, doorboorde stop wordt op het ontwikkelingsfleschje gezet en door het openen der luchtkraan op de 3-halzige flesch het gestoorde niveau der meetbuis hersteld.

Is alles in goede orde, dan houdt men de linkerhand aan de klemkraan onder de controleerbuis en neemt met de rechterhand het ontwik-

Fig. 70.



kelingsfleschje in den hals tusschen duim en middelvinger, terwijl de wijsvinger op den stop drukt, en neigt het fleschje zoodanig, dat het

Tabel XVIII.

Ter berekening van het koolzure-kalkgehalte in beenzwart, uitgedrukt in percenten, volgens Scheibler, bij temperaturen in graden Celsius.

Afgelez. volume.	12 Grad.	13 Grad.	14 Grad.	15 Grad.	16 Grad.	17 Grad.	18 Grad.	19 Grad.	20 Grad.	21 Grad.	22 Grad.	23 Grad.	24 Grad.	25 Grad.	26 Grad.	27 Grad.	28 Grad.	29 Grad.	30 Grad.
1	0.80	0.80	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.73	0.73
2	1.88	1.87	1.86	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81	1.80	1.79	1.79	1.78	1.77	1.76	1.75	1.74	1.73	1.72
3	2.95	2.94	2.92	2.91	2.90	2.89	2.87	2.86	2.85	2.83	2.82	2.80	2.79	2.77	2.76	2.74	2.73	2.72	2.71
4	4.01	4.00	3.98	3.96	3.94	3.93	3.91	3.89	3.87	3.85	3.83	3.81	3.79	3.77	3.75	3.73	3.71	3.70	3.68
5	5.07	5.05	5.03	5.00	4.98	4.96	4.93	4.91	4.89	4.86	4.84	4.81	4.79	4.76	4.74	4.71	4.69	4.67	4.65
6	6.11	6.09	6.06	6.03	6.01	5.98	5.95	5.92	5.89	5.86	5.83	5.81	5.78	5.75	5.71	5.68	5.65	5.63	5.61
7	7.14	7.12	7.09	7.06	7.02	6.99	6.96	6.92	6.89	6.86	6.82	6.79	6.75	6.72	6.68	6.65	6.61	6.58	6.56
8	8.17	8.14	8.11	8.07	8.03	8.00	7.96	7.92	7.88	7.84	7.80	7.76	7.72	7.68	7.64	7.60	7.56	7.53	7.49
9	9.19	9.16	9.12	9.07	9.03	8.99	8.95	8.90	8.86	8.82	8.77	8.73	8.68	8.64	8.59	8.55	8.50	8.46	8.42
10	10.20	10.16	10.12	10.07	10.02	9.98	9.93	9.88	9.83	9.79	9.73	9.68	9.63	9.58	9.53	9.48	9.43	9.39	9.34
11	11.20	11.15	11.10	11.05	11.00	10.95	10.89	10.84	10.79	10.74	10.68	10.63	10.57	10.52	10.46	10.41	10.35	10.30	10.25
12	12.20	12.15	12.09	12.03	11.98	11.92	11.87	11.81	11.75	11.69	11.64	11.58	11.52	11.46	11.40	11.33	11.27	11.22	11.16
13	13.20	13.14	13.08	13.02	12.96	12.90	12.84	12.78	12.72	12.65	12.59	12.53	12.46	12.40	12.33	12.26	12.20	12.14	12.07
14	14.20	14.14	14.07	14.01	13.94	13.88	13.81	13.75	13.68	13.61	12.54	13.48	13.41	13.34	13.26	13.19	13.12	13.05	12.99
15	15.20	15.13	15.06	14.99	14.92	14.85	14.78	14.71	14.64	14.57	14.50	14.42	14.35	14.27	14.20	14.12	14.04	13.97	13.90
16	16.20	16.13	16.05	15.98	15.91	15.83	15.76	15.68	15.61	15.53	15.45	15.37	15.29	15.21	15.13	15.05	14.97	14.89	14.81
17	17.20	17.12	17.04	16.97	16.89	16.81	16.73	16.66	16.57	16.49	16.41	16.32	16.24	16.15	16.07	15.98	15.89	15.81	15.72
18	18.20	18.12	18.03	17.95	17.87	17.79	17.70	17.62	17.53	17.45	17.36	17.27	17.18	17.09	17.00	16.91	16.82	16.73	16.63
19	19.20	19.11	19.03	18.94	18.85	18.76	18.67	18.59	18.50	18.40	18.31	18.22	18.13	18.03	17.94	17.84	17.74	17.64	17.55
20	20.20	20.11	20.02	19.93	19.83	19.74	19.65	19.55	19.46	19.36	19.27	19.17	19.07	18.97	18.87	18.77	18.66	18.56	18.46
21	21.20	21.10	21.01	20.91	20.81	20.72	20.62	20.52	20.42	20.32	20.22	20.12	20.01	19.91	19.80	19.70	19.59	19.48	19.37
22	22.20	22.10	22.00	21.90	21.80	21.70	21.59	21.49	21.39	21.28	21.17	21.07	20.96	20.85	20.74	20.63	20.51	20.40	20.28
23	23.20	23.09	22.99	22.88	22.78	22.67	22.56	22.46	22.35	22.24	22.13	22.02	21.90	21.79	21.67	21.55	21.44	21.31	21.20
24	24.20	24.09	23.98	23.87	23.76	23.65	23.54	23.43	23.31	23.20	23.08	22.97	23.85	22.73	22.61	22.48	22.36	22.23	22.11
25	25.20	25.08	24.97	24.86	24.74	24.63	24.51	24.39	24.28	24.16	24.04	23.91	23.79	23.67	23.54	23.41	23.28	23.15	23.02

zuur uit het gutta-percha buisje uitloopt en met het zwart in aanraking komt. Dadelijk begint de gasontwikkeling, en nu moet men zorg dragen het niveau in de beide buizen telkenmale te herstellen, door licht te drukken op de klemkraan onder de controleerbuis. Blijft na eenig omschudden de stand in de buizen gelijk, dan leest men af, waarbij tevens de stand van den thermometer wordt waargenomen.

Men vindt op tabel XVIII de % koolzure-kalk in het beenzwart uit de beide gegevens, zonder verdere berekening. De verticale lijnen stemmen met de aflezing in volume, de horizontale met de temperatuurgraden overeen:

Voorbeeld: aflezing 7.4 bij 20° C.

Voor 7 = 6.89
" 0.4 = 0.39
7.23 % koolzure-kalk.

Daar bij de volledige analyse de hoeveelheid koolzuur afzonderlijk wordt opgegeven, berekenen wij uit de gevonden koolzure-kalk het koolzuur.

$CaO = 28$
$CO_2 = 22$

$50 : 22 = 7.28 : x$

$x = 3.2032$ % CO_2.

Nadat men op de hier beschrevene wijze het bedrag aan calciumcarbonaat in het beenzwart bepaald heeft, dient men de hoeveelheid zoutzuur te berekenen, die noodig is om het kalkgehalte van het beenzwart weer op zijn normale hoeveelheid terug te brengen. Voor dit doel heeft Scheibler tabel XIX berekend, (zie blz. 260) die de hoeveelheid zuur van verschillende concentratie aangeeft voor 100 deelen beenzwart. Als normaal gehalte rekent men 7% calcium-carbonaat.

Voorbeeld. Wanneer men volgens de voorafgaande proef in het beenzwart 7.28% calcium-carbonaat heeft gevonden, dan moet 0.28% daarvan door zoutzuur verwijderd worden. Heeft men zoutzuur van 20° Bé of 1.161 spec. gewicht, dan vindt men bij het samenvallen der horizontale lijn van het specifiek gewicht en der verticale bij 2 = 4.4625 en bij 8 = 18.25; daar wij slechts 0.28 te verwijderen hebben wordt

0.2 = 0.45625
0.08 = 0.1825
0.28 = 0.73875 deelen zoutzuur van 1.161 S. g. noodig op elke 100 deelen beenzwart, om het gehalte tot op 7% terug te brengen.

Organische stof.

De organische stofbepaling kan niet anders dan qualitatief worden opgegeven en doet men op de eenvoudigste wijze door koken van het zwart met verdunde natron- of kaliloog. Is na koking en filtreering, het filtraat geel of bruin, dan bevat het zwart organische stof en deze

TABEL XIX.

Graden Beaumé.	Specif. Gewicht bij 15° Cels.	Gehalte aan zoutzuurgas in perc.	Lost Calcium-carbonaat op in perc.	Hoeveelheid zoutzuur, noodig om 1, 2, 3... tot 9 deelen calcium-carbonaat op te lossen.								
				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
25	1.210	42.4	58.088	1.7217	3.4434	5.1651	6.8868	8.6085	10.3302	12.0519	13.7736	15.4953
24.5	1.205	41.2	56 444	1.7718	3.5437	5.3155	7.0874	8.8592	10.6310	12.4029	14.1747	15.9466
24	1.199	39.8	54.526	1.8342	3.6683	5.5025	7.3367	9.1709	11.0050	12.8392	14.6734	16.5075
23.5	1.195	39.0	53.430	1.8718	3.7436	5.6154	7.4872	9.3590	11.2308	13.1026	15.0744	16.8462
23	1.190	37.9	51.923	1.9261	3.8522	5.7784	7.7045	9.6306	11.5567	13.4828	15.4090	17.3351
22.5	1.185	36.8	50.416	1.9837	3.9674	5.9511	7.9348	9.9185	11.9022	13.8859	15.8696	17.8533
22	1.180	35.7	48.909	2.0448	4.0896	6.1344	8.1792	10.2240	12.2688	14.3136	16.3584	18.4032
21.5	1.175	34.7	47.539	2.1037	4.2075	6.3112	8.4150	10.5187	12.6224	14.7262	16.8299	18.9337
21	1.171	33.9	46.443	2.1534	4.3068	6.4602	8.6136	10.7670	12.9204	15.0738	17.2272	19.3806
20.5	1.166	33.0	45.210	2.2121	4.4242	6.6363	7.8484	11.0605	13.2726	15.4847	17.6968	19.9089
20	1.161	32.0	43.840	2.2813	4.5625	6.8438	9.1250	11.4063	13.6875	15.9688	18.2500	20.5313
19.5	1.157	31.2	42.744	2.3397	4.6795	7.0192	9.3590	11.6987	14.0384	16.3782	18.7179	21.0577
19	1.152	30.2	41.374	2.4172	4.8344	7.2517	9.6689	12.0861	14.5033	16.9205	19.3378	21.7550
18	1.143	28.4	38.908	2.5704	5.1408	7.7113	10.2817	12.8521	15.4225	17.9929	20.5634	23.1338
17	1.134	26.6	36.442	2.7444	5.4887	8.2331	10.9774	13.7218	16.4662	19.2105	21.9549	24.6992
16	1.125	24.8	33.976	2.9436	5.8871	8.8307	11.7742	14.7178	17.6613	20.6049	23.5484	26.4920
15	1.116	23.1	31.647	3.1602	6.3203	9.4805	12.6407	15.8009	18.9610	22.1212	25.2814	28.4415
14	1.108	21.5	29.455	3.3954	6.7907	10.1861	13.5814	16.9768	20.3721	23.7675	27.1628	30.5582
13	1.100	19.9	27.263	3.6683	7.3367	11.0050	14.6734	18.3417	22.0100	25.6785	29.3467	33.0151

des te meer hoe donkerder de loog gekleurd is. Goed gewasschen, gezuiverd en gegloeid beenzwart mag de loog bij koking niet bruin kleuren.

Ontkleurvermogen.

Het ontkleurend vermogen van het beenzwart, kan men in het groot in de fabriek of door een proef in het laboratorium vaststellen. In beide gevallen dient de op blz. 102 beschreven kleurmeter van Stammer.

a. Vaststelling in de fabriek.

Men bepaalt vooraf polarisatie en kleur van het doorsneëmonster ongefiltreerd zoowel als van het gefiltreerde sap of klaarsel, en uit het verschil dezer cijfers, de door het zwart opgenomen hoeveelheid kleurstof.

Men kan ook zonder de suikerbepaling dadelijk het verschil in kleur met elkander vergelijken, wanneer men beide op gelijk specifiek gewicht of graden Brix brengt.

Voorbeeld: De polarisatie van ongefiltreerd dunsap was 10.2 % suiker en de kleur 15 mm. $\frac{100}{15} = 6.7$. Op 100 deelen gerekend heeft dit sap dus:

$$10.2 : 6.7 = 100 : x$$
$$x = 65.7\% \text{ kleur.}$$

Het gefiltreerde dunsap gaf 10.4 % suiker aan en 45 m.m. kleur dus $\frac{100}{45} = 2.2$ en op 100 suiker omgerekend.

$$10.4 : 2.2 = 100 : x$$
$$x = 21.2 \% \text{ kleur.}$$

Het verschil tusschen de beide getallen, die de sterkte der kleur aangeven 65,7 — 21.2 = 44.5, is gelijk aan de door het beenzwart opgenomen kleur en uitgedrukt in percenten

$$65.7 : 44.5 = 100 : x$$
$$x = 67.7 \% \text{ onkleurkracht.}$$

b. Uitvoering der proef in het laboratorium.

200 g. eener melasse worden tot een liter met water verdund en van dit, goed dooreen geschudde mengsel, de kleur bepaald. Het beenzwart, dat men wil probeeren, wordt bij 140° C. gedroogd. Heeft men verschillende soorten beenzwart te onderzoeken, dan brengt men door ziften de korrel op zooveel mogelijk gelijke grootte.

100 g. van het gedroogde zwart worden in een ruime porceleinen uitdampschaal met 400 cM^3 der verdunde melasse overgegoten. Men weege nu schaal en inhoud. Daarna wordt de inhoud tot het kookpunt verhit en 10 minuten lang goed gekookt. Na volledige afkoeling, wordt, om de vorige concentratie te herstellen, schaal + inhoud opnieuw op de balans gezet en door bijvoeging van water het geconstateerde gewicht hersteld. Na behoorlijke dooreenmenging wordt gefiltreerd en de kleur van het filtraat bepaald. Het verschil geeft het ontkleurvermogen van het zwart aan.

Voorbeeld. 200 g. melasse tot een liter verdund, gaf een oplossing van 24.2 kleur. Na de beschreven behandeling was de kleur der oplossing 3,5. Verschil 25.2 — 3.5 = 20.7 en op 100 der oorspronkelijke kleur

$$25.2 : 20.7 = 100 : x$$

$$x = 85.5 \text{ \% ontkleurvermogen.}$$

Vatten wij nu de door de analyse verkregen resultaten samen, dan vinden we:

Water	3.5
Kool	9.1
Zand, enz.	1.558
IJzeroxyd	0.41
Magnesia	0.126
Kalk	46.172
Alcalimetalen	0.275
Chloor	0.22
Zwavelzuur	0.545
Zwavel-calcium	0.12
Koolzuur	3.203
Phosphorzuur	34.105
Totaal	99.334 %

Hieruit kan men de werkelijke samenstelling berekenen, door het phosphorzuur aan kalk, het koolzuur aan kalk, het zwavelzuur aan magnesia, alcaliën en kalk, en het chloor aan de alcaliën gebonden, zich voor te stellen.

De samenstelling zou dus zijn:

Water	3.5
Kool	9.1
Zand, enz.	1.558
IJzeroxyd	0 41
Zwavelzure magnesia	0.378
Zwavelzure potasch	0.25
Chloormetalen	0.36
Koolzure kalk	7.28
Driebasisch phosphorz. kalk	74.453
Zwavelzure kalk	0.303
Zwavel-calcium	0.12
Kalk aan geen der zuren gebonden	1.622 [1])
Transp.	99.334 %

[1]) Hierop zullen wij bij de behandeling van de spoelwaters nader terugkomen; deze analyse is van nieuw beenzwart, éénmaal in de raffinaderij gebruikt, toen gespoeld en gebrand.

XIV.

ANALYSE VAN BLOED.

Het ossenbloed wordt somtijds in de raffinaderijen nog gebruikt voor de klaring van de gesmolten ruwe Indische suikers. Het is hoofdzakelijk het albumine of de eiwitstof, die in verbinding met de bloedlichaampjes bij 80° Celsius stolt en zoo de stoffen, die de suiker werktuigelijk verontreinigen, omsluit en als schuim op de oplossing drijft en nu door filtreeren daarvan gescheiden kan worden.

Het bloed oefent eene mechanische, maar geen chemische werking uit; integendeel brengt het stoffen in de suiker-oplossing, die scheikundige verbindingen aangaan, en daardoor vaak, in plaats van reinigend te werken, het omgekeerde doen. [1]) Hierbij komt nog, dat men meestal weinig staat kan maken op het bloote onderzoek met den bloedweger, den smaak of de kleur.

WALKHOFF geeft de samenstelling als volgt:

water	78.3
fibrine	0.26
eiwit.	6.5
bloedlichaampjes	13.13
vet	0.3
elain	0.18
extractief stoffen	0.35
alcali zouten	0.8
ijzer en kalk	0.18
	100.— %

Gedroogd bloed geeft circa 4.42 % asch, waarvan c^a^ 50 % keukenzout en 30 % phosphorzure- en koolzure soda.

Men ziet hieruit, dat vele stoffen, die niet met de suiker moesten in aanraking komen, er door het bloed worden ingebracht.

Zoolang men echter het bloed blijft gebruiken, moet men in staat zijn te onderzoeken in hoeverre de werkzame stoffen, die wij eigenlijk betalen, vertegenwoordigd zijn. Deze zijn de eiwitstoffen en de bloedlichaampjes, die te zamen het coagulaat vormen.

---

[1]) In de meeste raffinaderijen wordt geen bloed meer ter klaring gebruikt. Of men stoomt met lossen stoom, smelt en filtreert over z. g. voorfilters (houtskolen en beenzwart), of men klaart met kalk en zurephosphorzure-kalk en filtreert door filterpersen.

De analyse verdeelt zich in de volgende manupulatiën:

a. 5 g. worden in eene platina-schaal op een waterbad ingedampt en ten slotte bij 90 à 95° Celsius in het droogstoofje zoolang uitgedroogd, tot de herhaalde weging geen afneming van het gewicht te kennen geeft. Het verlies in gewicht wordt als water berekend, terwijl het verschil de vaste stoffen representeert.

b. de in *a* verkregen droge stof wordt nu onder een goed trekkenden schoorsteen op de gas- of spirituslamp geplaatst, waarbij men een lampenglas boven de schaal plaatst, om de trekking te bevorderen. Men gloeit langzaam en niet te sterk, zoolang tot alle organische stoffen verbrand zijn. Het terugblijvende — de asch — wordt met koolzure-ammonia behandeld, zwak gegloeid en gewogen en als zouten in rekening gebracht. Wil men de zouten nader onderzoeken, dan behandelt men de verkregen asch met water en bepaalt eerst chloor en de stoffen, die in de waterige oplossing zijn overgegaan, om later in het onopgeloste gedeelte, dat men met zoutzuur behandelt, ijzer, phosphorzuur, enz. te bepalen, volgens de regels, bij de analyse van plantenasch opgegeven.

c. 5 à 10 g. bloed worden met water in een bekerglas, eerst in een waterbad, later op het vrije vuur gecoaguleerd. Het coagulaat verzamelt men op een vooraf gedroogden, gewogen filter, vangt het filtraat op, tot al het vocht door den filter geloopen is, en neemt op eene balans het specifiek gewicht van het filtraat waar; dit mag koud bij 15° C. niet meer dan 1.002 S. g. zijn. Is het meer, dan heeft men het bloed met keukenzout vermengd, om het de zwaarte van 5° op den bloedweger te geven; 't is dan met water verdund geweest en men zal minder coagulaat vinden. Het op den filter terugblijvende wordt eenige malen met heet water uitgewasschen, gedroogd (dit duurt zeer lang, bijna 12 uur bij 100°; men moet met 60° C. beginnen en alle twee uur de hitte verhoogen) en gewogen en als eiwit en bloedlichaampjes (coagulaat) in rekening gebracht. Gezond versch bloed laat ca. 17 à 19 % coagulaat terug.

De andere stoffen zijn betrekkelijk van weinig belang; hare bepaling behoort minder op het gebied der praktijk.

XV.

SUIKER EN SUIKERHOUDENDE STOFFEN.

Met den algemeenen naam van „Suiker" bedoelt men die organische stoffen, — koolhydraten, — welke in veel opzichten met elkander

overeenkomen en aan elkander verwant zijn, grootendeels uit het plantenrijk voortkomen en uit koolstof, waterstof en zuurstof bestaan. De scheikundige samenstelling verdeelt haar in drie onderafdeelingen:

1. Rietsuiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
2. Druivensuiker ($C_6H_{12}O_6$)
3. Cellulose ($C_6H_{10}O_5$)

Men ziet hieruit dat de waterstof en zuurstof juist in die verhouding voorkomt, waarbij water gevormd kan worden, zoodat de benaming kool-hydraat zeer juist gekozen is.

De twee eerste omvatten de verschillende suikersoorten; tot de laatste behooren, naast de cellulose, het zetmeel, dextrine en verschillende gommen. Alle drie groepen kunnen de alcoholgisting ondergaan of daartoe gemakkelijk voorbereid worden.

Van de talrijke, ten deele echter zelden voorkomende stoffen der beide eerste groepen, zijn van beteekenis uit de eerste groep de rietsuiker, uit de tweede groep de druivensuiker en vruchtensuiker, alsmede het mengsel van beiden, de z. g. invertsuiker.

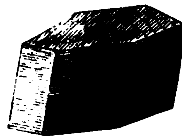
De voornaamste eigenschappen dezer lichamen in scheikundige en natuurkundige beteekenis, hare herkennings- en quantitative bepaling, vormen het onderwerp der volgende beschouwingen.

Rietsuiker.

(Saccharose).

Rietsuiker wordt in een groot getal familiën van het plantenrijk aangetroffen. Zoo bevat het suikerriet (saccharum officinalis) in rijpen toestand 16—20 % suiker, de rijpe suikersorgo (sorghum saccharatum) 9—17 %, de beetwortel (Beta cycla) en zijne hybriden 10—18 %; de ahorn, berk, maïs, vele palmen en een geheele reeks der verschillende vruchten, bevatten suiker in afwisselende hoeveelheden. Steeds wordt zij als een bestanddeel van de sago gevonden en wel in bijna alle plantendeelen in den wortel, stam, blad, bloesem en vrucht.

Fig. 71.



Voor de fabriekmatige verkrijging worden uitsluitend het suikerriet en de beetwortel gebruikt; in Amerika ook wel het sorghum. Daar het suikerriet de oudste rechten als suikerproducent kan laten gelden, heeft het product den algemeenen naam rietsuiker verkregen.

De rietsuiker kristalliseert volgens het monokline stelsel en vormt doorzichtige, korte scheeve zuilen, met afwisselende en menigvuldige afstompingen der hoeken en kanten. Fig. 71 geeft den grondvorm aan.

Door eene somtijds bijzonder sterke vorming van enkele kristallen in de lengte-as, treedt onder zekere nog niet nader opgehelderde verhoudingen eene naaldvormige of spitse kristallisatie op, een verschijnsel dat hoofdzakelijk bij suiker voorkomt die uit de melasse wordt verkregen. Latere onderzoekingen hebben bewezen, dat een nieuwe stof, melitose of raffinose, hiervan de oorzaak is.

De kristallen van rietsuiker zijn aan de lucht onveranderlijk, bevatten geen kristalwater en hebben de eigenschap bij het breken in donker te lichten. Het spec. gewicht der vaste, gekristalliseerde suiker is met water vergeleken van 17,5° C. 1,5805. De scheikundige formule is $C_{12} H_{22} O_{11}$ en de samenstelling dus hieruit berekend =

42,1	%	koolstof,
6,4	„	waterstof,
51,5	„	zuurstof.
100.—	%.	

De rietsuiker heeft een zuiver zoeten smaak en is gemakkelijk oplosbaar in water, terwijl het oplosbaar vermogen toeneemt met klimmenden warmtegraad. Wanneer water van 10° C. ongeveer 66 % suiker kan oplossen, neemt het bij 40° C. 76 % en bij 50° C. 83 % suiker op. Daarbij ontstaat een regelmatige, hoewel geringe vermindering van het volume.

Bij het afkoelen van heet verzadigde suikeroplossingen of bij verdamping en inkooking, wordt de suiker in den kristalvorm weer afgezet. Al naar de grootere of mindere snelheid dezer afkoeling of verdamping en ook in verhouding van rust of beweging der suikeroplossing, worden de kristallen grooter of kleiner. Hoe langzamer de verdamping bij de grootste rust plaats grijpt, hoe grooter de gevormde kristallen worden. (Kandy, grannulated). In absoluten alcohol is rietsuiker bijna onoplosbaar. 1 deel suiker heeft 80 deelen kookenden alcohol noodig. In verdunden alcohol, — mengsels dus van water en absoluten alcohol, — stijgt het oplossingsvermogen in verhouding van het toegevoegde water.

Bij langzame verhitting smelt de suiker op ongeveer 160° C. in het begin onveranderd tot een heldere klare vloeistof, die na afkoeling niet meer in den kristalvorm teruggaat, doch eene amorphe massa van meer of minder glasachtigen vorm aanneemt, die na eenigen tijd weer een kristallijn weefsel vertoont en dan ondoorzichtig wordt (gerste suiker, balletjes.) Door een verdere verhooging van temperatuur boven het smeltpunt, bij ongeveer 200 à 210° C., wordt de suiker ontleed; onder toenemend verlies van water, vormen zich donkerbruin gekleurde producten, die men caramel, gecarameleerde suiker noemt; de heftig opblazende en spattende stof wordt onder het uitstooten van sterk riekende witte dampen ten slotte zwart en laat eindelijk een blaasachtige, glanzende, uiterst harde en moeilijk verbrandbare kool terug.

Speculatieve geesten wilden uit deze kool diamanten vervaardigen, wat echter tot heden nog niet volkomen gelukt is.

De rietsuiker vormt met de basen van kalium, natrium, calcium, barium, strontium en eenige andere metalen, verbindingen, die men s a c c h a r a t e n noemt. Zij kunnen een- of meerbasisch zijn, al naar de soort en wijze der samenstellingen en gebruikte hoeveelheden, en zijn dus onderling zeer verschillend van eigenschappen. In het algemeen niet zeer standvastig, zonder zoeten smaak, in water, afhankelijk van de temperaturen, gedeeltelijk gemakkelijk, gedeeltelijk zeer moeielijk oplosbaar, worden zij allen door behandeling met zuur ontleed, waarbij de suiker weer in vrijen toestand zich afscheidt.

Bij het verwarmen met kali, natron, kalk of koolzure-alcaliën, wordt de waterige oplossing van rietsuiker niet veranderd, in het bijzonder *niet* geel gekleurd of bruin gemaakt; ook vindt bij het verhitten dezer oplossingen met alcalische koperoplossing, geen reductie van oxyde in oxydul plaats.

Sterke oxydatiemiddelen ontleden de suiker volkomen. Bij matige verwarming met niet te zwak salpeterzuur, verandert de suiker in suikerzuur ($C_6H_{10}O_8$). Bij het koken met salpeterzuur ontstaat, onder levendige ontwikkeling van roode dampen naast andere verbindingen, oxalzuur. Sterk zwavelzuur verkoolt de suiker onder sterke verhitting en heftige ontwikkeling van zwavelig-zuur, mierenzuur, koolzuur en kooloxyde. Op dezelfde wijze werken zoutzuur en phosphorzuur.

Verdunde mineraalzuren, zwavelzuur, zoutzuur, salpeterzuur, phosphorzuur, ook koolzuur in water, alsmede de sterkere organische zuren, oxalzuur, citroenzuur en wijnsteenzuur ontleden de suiker dermate, dat zij onder opname van een molecuul water, in druivensuiker en vruchtsuiker wordt gesplitst. De omzetting draagt den naam van I n v e r s i e. Bij gewone temperatuur langzaam, volgt zij bij verhitting of koking onmiddellijk; ook het zwaveligzuur kan, bijzonder bij verwarming, suiker spoedig inverteeren, doch alleen in zuivere neutrale oplossingen; de tegenwoordigheid van organische alcali-zouten vertraagt de omzetting, koolzure-alcaliën verhinderen die geheel en al.

Rietsuiker kan niet direct in gisting komen, doch moet altijd eerst door inverteeren tot dat doel voorbereid worden.

De optische eigenschappen der rietsuiker vertoonen zich in den kristalvorm niet, doch hare zuivere oplossing draait het gepolariseerde licht naar r e c h t s. Het specifieke draaiingsvermogen, tot watervrije suiker herleid, bedraagt volgens T o l l e n s en S c h m i t z, 64,16, doch is dit cijfer niet volkomen constant, maar afhankelijk van de sterkte der bij de waarneming gebruikte oplossing en wordt met toenemende verdunning grooter.

De temperatuur is zonder invloed op de draaiing der rietsuiker-oplossingen; ook de aanwezigheid van alcohol oefent daarop geen invloed uit.

DRUIVENSUIKER.

(Glucose, Dextrose, Kruimelsuiker.)

Druivensuiker wordt in de natuur bijna overal gevonden en wel steeds met rietsuiker of vruchtsuiker te zamen; in alle zoete vruchten, kersen, vijgen, rozijnen, druiven, pruimen enz., verder als hoofdbestanddeel van den honing, en als pissuiker in de urine bij suikerziekte. Onder den naam van zetmeelsuiker, glucose enz. in den handel gebracht, vormt zij een belangrijk omzettings-product uit het zetmeel der aardappelen en granen, dat een uitgebreiden tak van industrie vertegenwoordigt.

Druivensuiker kristalliseert uit de waterachtige oplossingen met 1 molecuul kristalwater als hydraat, in kleine onduidelijke kristallen tot halfkogelvormige hoopjes, die op bloemkool gelijken, doch uit absoluten alcohol, watervrij in harde glinsterende naalden.

Volgens de formule $C_6H_{12}O_6$ bevat deze suiker in 100 deelen:

40.0	%	koolstof.
6.7	„	waterstof.
54.3	„	zuurstof.
100	%.	

Het specifiek gewicht van watervrije druivensuiker is 1.086, van het hydraat 1.571. Zij bezit een minder zoeten smaak dan de rietsuiker, met een bijsmaak naar meel; zij is zeer gemakkelijk oplosbaar in water, en in sterken alcohol moeilijk oplosbaar. De oplosbaarheid in alcohol klimt met de verdunning en verhooging van temperatuur.

Het smeltpunt der druivensuiker is ongeveer 86° C. Bij 100° C. verliest zij haar kristalwater, bij nog hoogere verhitting 170° C. verandert zij zich, door het afgeven van 1 molecuul water, allereerst in Glycosaan ($C_6H_{10}O_5$), een niet meer zoete stof, die niet meer in gisting overgaat en gemakkelijk vervloeit. Bij stijging der temperatuur word onder sterk opblazen deze stof omgezet in caramel en eindelijk verkoold.

Bij het verwarmen met kali- of sodaloog, wordt de kruimelsuikeroplossing reeds bij 60—70° C. sterk bruin gekleurd en bij koking geheel ontleed. In de ontledings-producten vindt men glucinezuur in den vorm van alcali-zouten.

De verbindingen met kalk, baryt en eenige andere metaal-oxyden, gaan uiterst gemakkelijk in ontleding en kunnen daardoor moeilijk nader onderzocht worden. Sterke oxydatie-middelen vernietigen ook de druivensuiker geheel en al.

Stoffen die de zuurstof slechts zwak gebonden houden, worden door oplossingen van druivensuiker zeer gemakkelijk gereduceerd. Zoo wordt zeer snel uit de alcalische koperoxyd-oplossing, rood

koper-oxydul, uit ammoniak houdende zilver-oplossing, een glanzend metaalspiegel neergeslagen.

Eene druivensuiker-oplossing, waarbij men een weinig natronloog voegt en verhit, kleurt zich bloedrood als men er 2 of 3 druppels pikrinzuur-oplossing bijvoegt, en wel doordien het gele pikrinzuur door reductie in het roode pikraminzuur overgaat.

Door lange behandeling van druivensuiker met zuren, worden bruine humusachtige stoffen gevormd. Salpeterzuur werkt evenals bij rietsuiker en verandert druivensuiker onder een sterke ontwikkeling van roode dampen in suikerzuur ($C_6H_{10}O_8$) en oxalzuur.

Druivensuiker bezit het gistingvermogen, d.w.z. zij verandert met een ferment in aanraking gebracht, al naar den aard van dit laatste, met gist in alcohol en koolzuur met melkzuurferment (in alcalische oplossing) in melkzuur en boterzuur of ook onder zekere nog niet bekende verhoudingen in slijmige, gomachtige stoffen, in dextran en manniet (geestige, zure, slijmige gisting).

Vrije vetzuren (mierenzuur, boterzuur, valeriaanzuur) en salpeterigzuur, alsmede een groot aantal metaalzouten oefenen een storenden invloed uit op het gistingproces.

De oplossing van druivensuiker draait het p o l a r i s a t i e v l a k naar r e c h t s. Zijn specifiek draaiingsvermogen is voor het gewone hydraat 53,36. Doch ook dit cijfer is niet standvastig, maar neemt met toenemende concentratie der oplossingen, een geringe hoeveelheid toe. Versch gemaakte oplossingen vertoonen dubbel draaiingsvermogen (birotatie), dat bij het kooken dadelijk, bij lange rust bij gewone temperatuur zeer langzaam (tot op 53.36) vermindert.

Eene toevoeging van zuren of alcohol vertraagt dezen teruggang, ten wijl oplossingen in absoluten alcohol de birotatie voortdurend behouden.

VRUCHTSUIKER.

(L e v u l o s e, s l ij m s u i k e r.)

Vruchtsuiker is evenals de kruimelsuiker samengesteld volgens de formule $C_6H_{12}O_6$ en wordt in het plantenrijk zeer verspreid aangetroffen, doch nooit alleen, maar steeds in gezelschap van rietsuiker en druivensuiker. Zoo in de zoete vruchten en in het vloeibare gedeelte van den honing. Deze is zoeter dan de rietsuiker, gemakkelijk in water en verdunden alcohol oplosbaar; doch onoplosbaar in absoluten alcohol. Hare andere eigenschappen komen met die der druivensuiker overeen. Zoo de verhouding tot zuren, en verwarming met alcaliën en alcalische koperoxyd-oplossing. Vruchtsuiker is niet kristalliseerbaar, doch wordt evenals druivensuiker door fermenten in gisting gebracht en levert hare oplossing dezelfde producten. Hare oplossing draait het p o l a r i s a t i e v l a k l i n k s, en de grootte der afwijking is afhankelijk van de temperatuur.

INVERTSUIKER.

Een mengsel van gelijke deelen (moleculen) druivensuiker en vruchtsuiker wordt i n v e r t s u i k e r genoemd. Zij ontstaat uit rietsuiker, doordien deze zich door de werking van fermenten of verdunde zuren bij gelijktijdige opneming van een molecuul water in beide stoffen splitst



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

en wordt gedeeltelijk alleen, gedeeltelijk met rietsuiker te zamen, geheel gevormd aangetroffen in een groot aantal vruchten en plantendeelen. Kunstmatig wordt zij vervaardigd door inversie van rietsuiker, doordien men de oplossing daarvan met zeer verdunde zuren kookt.

Zij vormt een zoete siroop, waaruit na eenigen tijd, als zij aan het licht wordt blootgesteld, de druivensuiker-kristallen zich afzonderen.

Gemakkelijk oplosbaar in water en alcohol, bezit zij dezelfde eigenschappen als de druivensuiker en vruchtsuiker. In het bijzonder de verhouding tegenover alcaliën en het reduceerend vermogen op de a l c a l i s c h e k o p e r o x y d - o p l o s s i n g.

Invertsuiker draait het p o l a r i s a t i e v l a k l i n k s, doch is ook hier het draaiingsvermogen geheel afhankelijk van het gehalte aan vruchtsuiker, niet bestendig en neemt met toenemende temperatuur op regelmatige wijze af.

Eene toevoeging van alcohol bij waterige invertsuiker-oplossing bewerkt een sterke vermindering der linksdraaiing, die bij verwarming ten slotte in rechtsdraaiing overgaat. Ook bij het aanwezig zijn van kalk en eene toevoeging van basisch azijnzuurlood wordt eene vermindering der linksdraaiing veroorzakt. Grootere hoeveelheid loodazijn verandert de draaiing van invertsuikerhoudende oplossing in een zeer sterke rechtsdraaiing. [1])

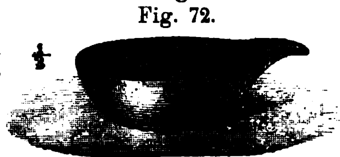
RIETSUIKER OF KRISTALLISEERBARE SUIKER.

a. Bepaling van het Suikergehalte.

Met een goede scheikundige weegschaal, die een milligram overgewicht nog aangeeft, weegt men van het zorgvuldig dooreengemengde monster, waarin geen klonten of harde stukjes aanwezig mogen zijn, de voor eene polarisatie noodige hoeveelheid nauwkeurig af.

Men gebruikt daarvoor het in fig. 72 afgebeelde nieuwzilver schaaltje. Een daarbij gegeven gemakkelijk justeerbaar tarra-gewicht, maakt met dit schaaltje evenwicht.

Fig. 72.



De hoeveelheid, die voor elke polarisatie wordt afgewogen, bedraagt voor den toestel van

[1]) v. Lippmann, Die Zuckerarten und ihre Derivaten. S. 75.

Soleil-Ventzke Scheibler	= 26.048	g. suiker.
Soleil-Duboscq	= 16.35	〃 〃
Laurent	= 16.20	〃 〃
Wild	= 20.—	〃 〃 [1])

Bij de drie eersten leest men op de schaal der instrumenten, wanneer men de bovenopgegeven hoeveelheid tot 100 cM³ vloeistof heeft opgelost, in de 200 mM. buis, direct gewichtspercenten suiker; bij dat van Wild halve gewichtspercenten.

Natuurlijk kan men ook de halve normaal hoeveelheid afwegen en tot 50 cM³ vloeistof oplossen.

Meestal wordt bij de instrumenten het normaal gewicht afzonderlijk verkrijgbaar gesteld.

Men weegt spoedig, om elke mogelijke verandering van het monster te voorkomen, en bedient zich op het einde der weging, wanneer slechts weinig korrels of kristallen suiker meer noodig zijn om even-

Fig. 73.

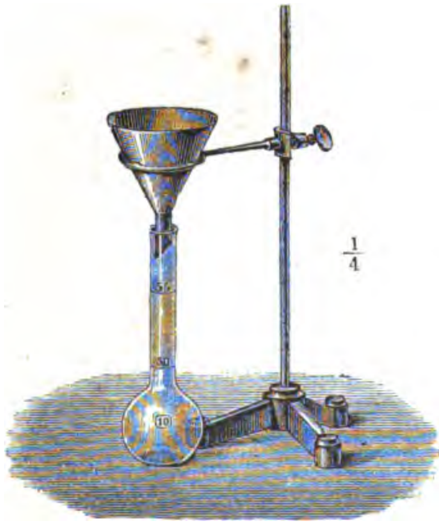
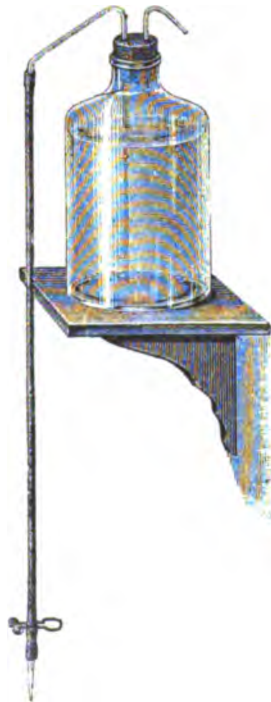


Fig. 74.



wicht te maken, het best van zijn vingers, daar het vaak lastig is de kleverige stof van lepel of spatel te verwijderen, en brengt de afgewogen suiker door middel van een trechter in het maatfleschje, zooals fig. 73 aantoont.

Heeft men goede drooge suiker, dan heeft men niets anders noodig dan een weinig water, om al de suiker in het fleschje te spoelen, waar-

[1]) Zie blz. 56—94, Polarisatie-instrumenten.

voor men met voordeel gebruik maakt van de in fig. 74 afgebeelde hevelspuitflesch.

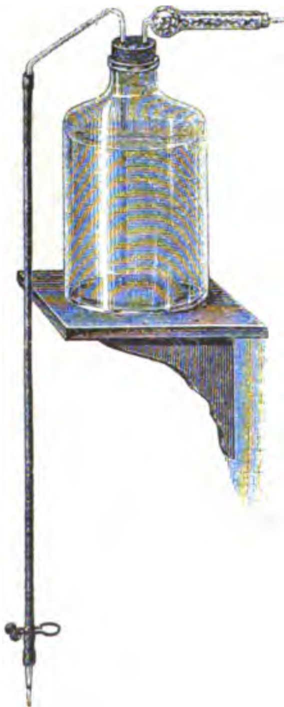
De met een weinig water bevochtigde suiker valt snel in het kolfje, dan voert men met een fijnen sterken straal rond den trechter, waardoor de aan deze nog klevende suikerkristallen spoedig en volkomen in het kolfje komen. Men voegt zooveel water bij, tot het kolfje voor $^3/_4$ gevuld is. Het water moet de kamertemperatuur hebben, opdat geen volume-veranderingen kunnen plaats vinden bij de verdere bewerkingen.

Door een cirkelvormig omdraaien van het fleschje en zijn inhoud, moet men de suikerkristallen geheel oplossen, zorgdragende dat er geen druppel verloren gaat, door ruw schudden.

Bij talrijke onderzoekingen, nummert men de monsters suiker en de kolfjes met gelijke nummers.

Na volkomen oplossing der suiker, in de meeste gevallen gemakkelijk waarneembaar, moet men de meer of minder gekleurde oplossing allereerst klaren. Hiervoor wordt eene waterige oplossing van basisch azijnzuur lood gebruikt. Deze vloeistof heeft de eigenschap, het grootste gedeelte van de organische stoffen, die de suiker aanhangen, als loodzouten neer te slaan. Er vormt zich spoedig na de bijvoeging van eenige druppels, afhankelijk van de meer of mindere zuiverheid en concentratie der vloeistof, een sterke of zwakke neerslag, die tevens alle troebele deelen in zich sluit.

Fig. 75.



De hoeveelheid lood-acetaat hangt natuurlijk van de meerdere of mindere zuiverheid der vloeistof af. Te veel is even schadelijk als te weinig, want in beide gevallen krijgt men geen helder filtraat. Melis, blanke basterd, kristalsuiker en dergelijke hebben geen bijvoeging van lood-acetaat noodig; gewone ruwe suiker 8 tot 12 druppels, tweede en naproducten 20—30 druppels; bij ruwe sappen, melassen en dergelijken neemt men somtijds tot 10 % van het volume.

Er zijn suikers, die zich door de toevoeging van lood-acetaat alleen, niet laten klaren, en waarbij het filtraat òf spoedig troebel wordt, òf opaliseerend doorloopt. Hier helpt òf eene verdunde oplossing van natrium-sulfaat, òf eene verdunde tannine-oplossing en ook wel aluinaarde hydraat. Zie blz. 137.

In den regel vind ik de verdunde tannine-oplossing het beste hulpmiddel.

10 g. zuiver acid. tannic: (looizuur) wordt in 50 cM³ alcohol opgelost en met water tot een liter verdund. Eenige druppels zijn voldoende om het overtollige lood neer te slaan; de neerslag is grofvlokkig.

Ook de toevoeging van lood-acetaat kan door een hevelspuitflesch geschieden, waarbij de intredende lucht door een buisje met natronkalk wordt gevoerd, om het koolzuur terug te houden. (Zie fig. 75)

Met de hevelspuitflesch wordt nu het kolfje tot aan de streep bijna opgevuld; met een staafje, dat men uit filtreerpapier draait of oprolt, neemt men de aan den hals hangende druppels vocht vooraf weg.

Fig. 76.



Dikwijls gebeurt het dat er luchtblaasjes op de oppervlakte der vloeistof aanwezig zijn, die het moeilijk maken nauwkeurig tot aan de streep op te vullen. Dit schuim verwijdert men òf door uit het druppelfleschje Fig. 76 een druppel alcohol op de luchtblaasjes te laten vallen, òf door een weinig aetherdamp, dien men uit de punt van een aether-spuitfleschje fig. 76 op de luchtblaasjes laat vloeien. De warmte der hand die de flesch omsluit, is voldoende om een kleine hoeveelheid aetherdamp te ontwikkelen.

De maatfleschjes en in het algemeen de meetinstrumenten als pipetten, buretten enz., zijn gewoonlijk zoo gedeeld of met deelstreep voorzien, dat zij den genoteerden inhoud vloeistof en wel gedistilleerd water van 15 of 25° C. inhouden, wanneer de onderste meniskus, d. w. z. de onderste, het niveau der vloeistof begrenzende lijn (zie fig. 78), met de in het glas geëtste of geslepen lijn te zamen valt. Daarbij houdt men het glas loodrecht, zoo hoog tot de deelstreep op gelijke hoogte met het oog van den waarnemer is. De figuren 77 en 78 geven nauwkeurig het noodige aan.

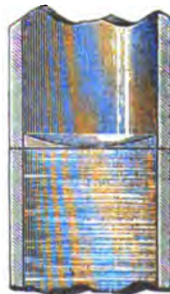
Fig. 77.



Is de hals schoon en zijn de luchtblazen verwijderd, dan vulle men druppelsgewijze het ontbrekende water bij, zorgdragende dat de spits der druppelflesch de vloeistof in het maatfleschje niet aanraakt, stelt nauwkeurig in, sluit het maatfleschje met den duim of muis der hand, schudt aanhoudend en krachtig, waarna de oplossing dadelijk kan worden gefiltreerd.

Men filtreert door droog filtreerpapier en een schoonen drogen trechter in een droog glas. De trechter wordt bedekt met een horloge-glas. De trechter heeft een diameter van 8 cM. en het filtreerglas is 13 cM. hoog en 4 à 5 cM. wijd.

Fig. 78.



De gesneden filtreer-papieren van c[a] 15 cM. diameter worden meest als vouwfilter gebruikt.

De eerste druppels doorloopend vocht zijn gewoonlijk troebel. Men kan de eerst doorloopende druppels weer op den filter terugbrengen of wel men vangt de eerst doorloopende in een bijzonder glas en zet eerst dan den trechter op het filtreerglas, wanneer de oplossing helder filtreert. Het filtraat moet absoluut helder zijn, daar de geringste troebeling de polarisatie onjuist maakt.

Een geringe, geelachtige of groene kleur is niet hinderlijk, en indien men gebruik maakt van een halfschaduw toestel, betzij van Laurent of van Ventske-Soleil, door Schmidt en Haensch gemaakt, dan kan men zeer donkere naproducten met zekerheid polariseeren.

Het gebruik van beenzwart ter ontkleuring, raad ik niet sterk aan, daar gewoonlijk de polarisatie 0.3 tot 0.6 % verschil oplevert.

Heeft men een voldoende hoeveelheid helder filtraat, dan vult men een waarnemingsbuis, die zeer schoon en droog behoort te zijn. De buis is aan de eene zijde gesloten door het dekglaasje en schroefknop; men neemt het open einde tusschen duim en wijsvinger, en giet langs den kant der buis de vloeistof zonder luchtblazen in.

Is de buis vol, dan neemt men een schoon droog dekglaasje en schuift dit horizontaal snel over den bovenkant der buis, zorgdragende het opstaande vocht zijdelings te verwijderen, zoodat het dekglaasje aan de bovenzijde niet vochtig wordt. Dit is een slag of handigheid, die men spoedig leert. De schroefknop wordt opgedraaid, en dan legt men de buis in het verlichte vooraf gecontroleerde toestel, en neemt waar hoeveel afwijking de oplossing aangeeft.

Men denke er aan, de schroefknoppen der waarnemingsbuizen niet al te vast aan te draaien, daar dit een storenden invloed op de draaiing der oplossing veroorzaakt.

Door herhaalde waarneming, waarbij men den schroefknop van het toestel links en rechts beweegt, om absoluut nauwkeurige gelijkheid in de twee halve polarisatie-vlakken te krijgen, overtuigt men zich van de juistheid der eerste aflezing.

Natuurlijk behoeft men niet altijd juist het normaal-gewicht af te wegen, om eene goede polarisatie te verkrijgen. Dikwijls toch ontvangt men een zoo geringe hoeveelheid suiker ter onderzoek, dat er nauwlijks 10 g. voor de polarisatie overblijft.

In die gevallen moet men zeer scherp polariseeren, daar de waarnemingsfout door de latere berekening te grooter wordt naarmate de afgewogen hoeveelheid kleiner is.

Voorbeeld. Van een monster ruwe suiker worden afgewogen 8.5 g. De geklaarde oplossing van 50 cM^3 volume gaf bij Ventske-Soleil 62° aflezing. Daar 1 draaiing 0.13024 g. suiker (de helft omdat we in een maatfleschje van 50 cM^3 oplosten) aangeeft, heeft men dus

62 × 0.13024 = 8.075 g. zuivere suiker in 8.5 g. ruwe suiker gevonden. 100 deelen bevatten dus:

$$8.5 : 8.075 = 100\ x.$$

$$x = \frac{8.075 \times 100}{8.5} = 94.99 \text{ of rond } 95\ \%.$$

Wanneer men de normaal hoeveelheid had afgewogen, zou men zonder berekening direct 95 hebben afgelezen.

Als contrôle over de juiste polarisatie, kan men de z.g. Honderd-polarisatie maken. Men berekent de hoeveelheid suiker, die men behoort af te wegen, om bij gelijke behandeling als boven is aangegeven, nauwkeurig 100° af te lezen. Wanneer wij uitgaan van het vorige voorbeeld om de afgelezen 95 % te contrôleeren, dan moeten wij zeggen:

Voor 95 % waren 13.024 g. suiker in 50 cM³ volume noodig, hoeveel g. zullen 100 % geven?

$$95 : 13.094 = 100 : x.$$

$$x = \frac{13.024 \times 100}{95} = 13.710 \text{ g.}$$

Was het eerst gevonden getal 95 % goed, dan moeten wij voor de tweede oplossing nauwkeuring 100 % vinden.

In deze methode bezit men dus een onbetaalbaar middel, om elke fout, die de slijting der wigvormige kwartsplaat in de aflezing mocht veroorzaken, te kunnen herstellen.

Heeft men eene fout in de aflezing van het toestel ontdekt, dan neme men de 100 polarisatie als uitgangspunt, daar dit punt gewoonlijk zeer juist is.

B ij v o o r b e e l d: Wanneer wij bij de tweede aflezing der afgewogen 13.710 g. gevonden hadden 99.8 in plaats van 100, dan moeten wij berekenen:

$$13.710 : 13.024 = 99.8 : x.$$

$$x = 94.8$$

en zou dus 94.8 de juiste polarisatie zijn en niet 95 %. Omgekeerd, wanneer wij in plaats 100, 100.4 hadden afgelezen, dan zou naar dezelfde berekening 95.35 % de juiste polarisatie zijn.

Het is duidelijk dat men, met behulp van het normaal-gewicht, met elk ander instrument dezelfde uitkomst moet verkrijgen.

Bij alle normale suikers, die op de gewone wijze gefabriceerd zijn, neemt men zonder eenig bezwaar de opgaven van het suiker-gehalte door eenvoudige polarisatie als juist aan.

De melasse ontsuikering heeft hierin echter verandering gebracht. Evenzoo vindt men in de naproducten der koloniale-suiker stoffen, die storend op de polarisatie werken.

Is bij de eerste een gehalte aan rechts polariseerende stoffen, met hooger draaiingsvermogen (saccharine) op den voorgrond te stellen, bij de laatste zijn het linksdraaiende stoffen levulose en slijmsuiker, die storend op de suiker-polarisatie inwerken.

De bepaling van het suikergehalte, bij het aanwezig zijn van rechtsdraaiende stoffen, geschiedt dus hoofdzakelijk bij melasse en naproducten der melasse ontsuikeringsmethoden. Deze bevatten, zooals reeds vroeger is opgemerkt, vaak een zeer sterk rechtsdraaiende stof.

Polariseert men dergelijke naproducten zonder hierop acht te geven, dan komen de resultaten van suiker, water en zouten vaak boven de 100 en blijft er geen rest voor de organische zuren en andere verontreinigingen. Het uiterlijk dezer suiker kenmerkt zich door de reeds op blz. 264 besproken naaldvormige of spits toeloopende kristallen. In deze gevallen moet de optische inversie-methode worden toegepast. Zie ook blz. 70. Men handelt als volgt:

13.024 g. der stof worden op de gewone wijze gepolariseerd, doch men bepaald den temperatuur (kamertemperatuur). Verder wege men op nieuw 13.024 g. af, vult in een 100 cM^3 maatflesch met 50 cM^3 water, voegt 5 cM^3 zuiver sterk zoutzuur bij en stelt op een waterbad, waarvan de temperatuur nauwkeurig op 67 tot 70° C. wordt gehouden. De suiker wordt op deze wijze volkomen geïnverteerd. Na 15 minuten verwarming, wordt het fleschje met de zure vloeistof in koud water afgekoeld, met eene oplossing van koolzure-soda geneutraliseerd, met een kleine overmaat soda, en met een weinig azijnzuur aangezuurd.

Volgens Reichardt en Bittmann verhoogt vrij alcali de linksdraaiing der invert-suiker. Vrij zoutzuur is zonder invloed, doch dan kan men geen metalen waarnemingsbuis gebruiken.

De oplossing wordt nu in koud water tot op kamertemperatuur afgekoeld, vult met water tot de deelstreep — klaring met loodazijn is hier niet goed mogelijk — mengt goed dooreen, filtreert en polariseert. Natuurlijk zal nu de stof linksdraaiend zijn, en moet men de aflezing verdubbelen, omdat de oplossing tot op de helft verdund is.

Uit beide polarisatie-aflezingen wordt de geheele vermindering der draaiing berekend. Men gebruikt hiertoe de formule van Clerget, waarbij:

$$R \text{ (Rietsuiker)} = \frac{100 \times S \text{ (som der aflezingen)}}{144 - 0.5 \times T \text{ (temperatuur der waarneming)}}.$$

Tot vermijding der eenigszins omslagtige berekening, maakt men gebruik van de volgende kleine tabel, die de waarde der breuk $\frac{100}{144 - 0.5 \times T}$ voor elken graad temperatuur Celsius van 10 tot 41, dadelijk aangeeft.

TABEL XX.

Factoren voor temperaturen van 10° tot 41° C.

Temp. °C.	Factor	Temp. °C.	Factor	Temp. °C.	Factor	Temp. °C.	Factor
10	0,719	18	0,740	26	0,763	34	0,787
11	0,722	19	0,743	27	0,766	35	0,790
12	0,724	20	0,746	28	0,768	36	0,793
13	0,727	21	0,749	29	0,771	37	0,796
14	0,730	22	0,752	30	0,774	38	0,800
15	0,732	23	0,754	31	0,777	39	0,803
16	0,735	24	0,757	32	0,780	40	0,806
17	0,738	25	0,760	33	0,784	41	0,810

Voorbeeld: een naproduct, op de beschreven wijze onderzocht, gaf als eerste polarisatie + 93.4° en na inversie — 15,0°, welk getal tengevolge der verdunning verdubbeld moet worden, dus = — 30°. De som der aflezingen (S) is dus 123.4°; temperatuur was 17° C. Hieruit berekent men het werkelijke suikergehalte (R).

$$R = \frac{100 \times 123.4}{144-0.5 \times 17} = \frac{12340}{135.5} = 91.1 \%.$$

Gebruikt men de cijfers van tabel XX dan is

$$R = 123.4 \times 0.738 = 91.1 \%$$

De bepaling van het suikergehalte bij aanwezigheid van invert-suiker, wordt evenzoo volgens de optische inversie-methode uitgevoerd, doch alleen wanneer het gehalte zeer groot is. Gewoonlijk echter wordt in die gevallen de aanwezige invertsuiker, door het koperproefvocht van Fehling blz. 283 bepaald.

Volgens v. Lippmann vermindert 1 deel invert-suiker bij 17.5° C. de optische werking van 0.34 deelen rietsuiker. Men zou dus eene correctie moeten toepassen op alle polarisatiën waarbij invert-suiker gevonden was.

Voorbeeld: Van een naproduct was de polarisatie 88.70; met koperproefvocht vindt men een hoeveelheid van 0.59 % invert-suiker. De linksdraaiing dezer hoeveelheid zou dus de rechtsdraaiing van 0.59 × 0.34 = 0.20 g. rietsuiker hebben opgegeven, en moet dus de aflezing verbeterd worden, dus 88.7 + 0.2 = 88.9 % rietsuiker.

In de werkelijkheid en bij de gewone handelsonderzoekingen houdt men met de hierboven vermelde correctie op de linksdraaiende invertsuiker geen rekening. Men geeft de polarisatie op zooals deze direct

gevonden wordt. Is invert-suiker aanwezig, dan bepaalt men die met koperproefvocht en geeft de hoeveelheid afzonderlijk op.

Op dezelfde wijze wordt het cijfer van het rechtsdraaiende koolhydraat, waarvan op blz. 276 sprake was, niet opgegeven.

Men kan dus niet spreken, bij onderzoek van dergelijke stoffen, van „kristalliseerbare suiker", doch behoort op te geven „polarisatie", om de beteekenis van het opgegeven getal aan geen twijfel te doen onderhevig zijn.

b. Waterbepaling en nietsuikergehalte.

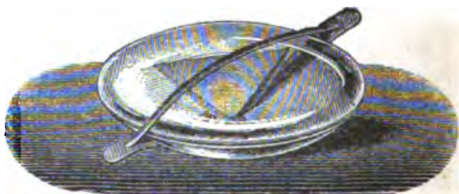
Elke suiker bevat meer of minder vocht, hetzij dit vocht als dunne strooplaag om de kristallen hangt, hetzij dat de suiker door zijn hygroscopischen aard het vocht uit den dampkring heeft opgenomen.

Trekt men de som der gevonden cijfers voor polarisatie en water af van 100, dan blijft een overschot, dat als totaal der andere organische en anorganische stoffen in de analyse komt, en waaraan men de benaming nietsuiker gegeven heeft.

De bepaling van het watergehalte is daarom van veel belang, omdat het een veel betere beoordeeling der onderzochte suiker toelaat, omtrent hare zuiverheid, handelswaarde, en bruikbaarheid voor verschillende doeleinden, dan alleen met de polarisatie mogelijk was.

Het watergehalte wordt dooruitdroging bepaald bij een temperatuur van 95° tot 100° C.; bij hoogere temperatuur ontleedt een gedeelte der organische nietsuiker en men vindt dan te hooge cijfers.

Fig. 79.



Hiertoe gebruikt men het best twee nauwkeurig op elkander geslepen horlogeglazen, die door een klemveer luchtdicht op elkander sluiten. Fig. 79. Horlogeglazen van 70 mm. diameter zijn het handigst. Men brengt een nauwkeurig 5 g. stuk met de horloge-glazen en klem op de rechterschaal der balans in evenwicht met een tarra-fleschje, gevuld met kwik of hagel.

Beugel, glazen en tarra dragen hetzelfde nummer. Heeft men zich, door het laten spelen der naald, overtuigd van het evenwicht, dan neme men het 5 g. stuk weg en brenge de te onderzoeken suiker met een hoornlepeltje uitgebreid op het horlogeglas in evenwicht en zet dan het horlogeglazen-paar open in de droogstoof en laat daar onbedekt staan bij 95—100° C., tot al het water uit de suiker verdampt is.

De tijd daarvoor noodig, verschilt naar den aard der suiker van 1 tot 2½ uur.

Maakt men gebruik van een luchtpomp (waterluchtpomp), dan

worden zelfs zeer vochtige suikers in 1½ uur, volkomen uitgedroogd. Door eene herhaalde weging met tusschenruimte van ¼ uur overtuige men zich van de constante gewichtsvermindering.

Voorbeeld: Na de droging moest, om het evenwicht te herstellen, 0.114 g. bij de horlogeglazen met suiker gelegd worden

$$5 : 0.114 = 100 : x$$
$$x = 2.28 \text{ \% water.}$$

De droogstoof voor suiker bestaat het doelmatigst uit eene dubbelwandige koperen kast. Bodem en zijwanden worden met water gevuld, dat door een gas- of spiritusvlam op het kookpunt wordt gehouden. Een pijp voor afvoer van den stoom op doelmatige wijze aangebracht, kan door afkoeling het benoodigde gedistilleerde water opleveren of tot verwarming van het vertrek dienen. Een thermometer, wier kwikbol in het middelpunt der droogstoof hangt, geeft de temperatuur aan.

c. Bepaling der zouten of van het asch-gehalte.

Het is reeds opgemerkt, dat men onder den naam niet-suiker, ook de anorganische of minerale stoffen opneemt. De zouten die de suiker vergezellen, zijn hoofdzakelijk oplosbare alcali-zouten aan organische zuren gebonden, sulfaten en chlooralcaliën. Bij het volkomen verbranden der suiker, blijven deze terug en er ontstaan, tengevolge van de omzetting der organische zuren in koolzuur, in plaats van de organische zuur-verbindingen, alcali-carbonaten. Somtijds zijn oplosbare organische zure-kalkzouten aanwezig, die op gelijke wijze zich omzetten.

Vele suikers, bijzonder de Indische naproducten, bevatten nog mechanische onzuiverheden, als zand, hout- en rietspaanders, bij beetwortelnaproducten vaak kalk-carbonaten. In deze gevallen is de suiker bij het oplossen zeer troebel.

Het résidu van een verbrande suiker met inbegrip van de mogelijk voorhanden onzuiverheden, noemt men de asch. Zijn de verontreinigingen door oplossen en filtreeren verwijderd, dan noemt men het na verbranding terugblijvende de zouten.

Het is duidelijk dat bij eene heldere oplossing, dus geen onoplosbare onzuiverheden bevattende suikers, de cijfers voor asch en zouten geheel gelijk moeten zijn. [1])

---

[1]) *Koninklijk besluit van den 25sten Juli 1884.*

Voorschriften omtrent het gehalte-onderzoek van ruwe suiker en basterd.

Art. 1. Het te onderzoeken monster wordt door fijnwrijving en menging gelijkmatig gemaakt, op zoodanige wijs, dat daaruit geene verandering in de samenstelling voortvloeit.

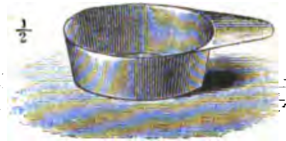
Art. 2. Van het alzoo behandelde monster wordt eene proef afgewogen ten bedrage van vijfmaal het gewicht der suiker, die volgens de inrichting

De eenvoudige verbranding van suiker is gewoonlijk niet mogelijk, daar de smeltende alcali-zouten enkele kooldeeltjes omhullen, die daardoor onverbrandbaar worden. Ook verliest bij een dergelijke eenvoudige gloeiing, de asch het grootste gedeelte chloor-alcaliën door verdamping.

Bij den suikerhandel is de volgende methode, door Scheibler uitgewerkt, algemeen in gebruik genomen: in navolging van Reiche, voegt men bij de suiker zooveel geconcentreerd zuiver zwavelzuur, tot deze er geheel meê doortrokken is. Bij de verbranding nu van alle suiker en suikerhoudende stoffen, gaan de organische zuren, koolzure-, phosphorzure- en chloor-verbindingen over in de zwavelzuur-verbinding, waarbij de kooldeeltjes gemakkelijk verbrand kunnen worden, terwijl de sulfaten niet smelten en onverbrandbaar zijn.

Men gebruikt daarvoor porceleinen kroezen, platina schalen, en in lateren tijd de door Scheibler aanbevolen platte schaaltjes. Fig. 80.

Fig. 80.



In porceleinen kroezen n°. 2 wordt nauwkeurig 5 g. afgewogen. Men maakt daartoe gebruik van de eerste gewogen 5 g. bij de waterbepaling, zie blz. 278, waartoe men de afgewogen hoeveelheid suiker in den met gelijke nummers voorzienen kroes overgiet.

---

van het aan te wenden polarisatie-werktuig voor eene daarmede te verrichten gehalte-bepaling noodig is.

Art. 3. De bij art. 2 bedoelde proef wordt in water opgelost en tot een volume van 250 cM^3 gebracht.

Art. 4. Van de aldus verkregen vloeistof wordt de hoeveelheid, noodig voor het polariseeren en voor de glucose-bepaling, geklaard en ontkleurd.

Art. 5. Het gehalte aan glucose der volgens art. 4 geklaarde en ontkleurde vloeistof, wordt bepaald door middel van koper-proefvocht. Dit gehalte, berekend op 100 deelen van de bij art. 2 bedoelde proef, drukt de percentische hoeveelheid glucose uit, vermeld in art. 1 der wet van den 20sten Juli 1884 (Staatsblad N°. 147).

Art. 6. Van de vloeistof verkregen vervolgens art. 3, wordt eene voldoende hoeveelheid door filtratie helder gemaakt, ingedroogd onder toevoeging van zwavelzuur en tot asch gebrand.

Het aldus bepaalde gehalte aan onverbrandbare bestanddeelen, verminderd met een tiende en berekend op honderd deelen van de bij art. 2 bedoelde proef, drukt de percentische hoeveelheid asch uit, vermeld in art. 1 der meergenoemde wet van den 20sten Juli 1884.

Art. 7. De polarisatie-percenten worden uitgedrukt tot in tienden, de hoeveelheid glucose en asch tot in honderdsten van percenten. Kleiner onderdeelen van een percent blijven buiten aanmerking.

Art. 8. Dit besluit komt in werking op den 1sten Augustus 1884. Onze Minister van Financiën is belast met de uitvoering van dit besluit, 't welk gelijktijdig in het Staatsblad en in de Staatscourant zal worden geplaatst, en waarvan afschrift zal worden gezonden aan den Raad van State.

Het glas opnieuw op de balans gezet, wordt dan met de voor de droging bestemde hoeveelheid gevuld en gewogen.

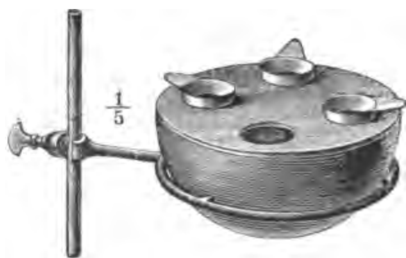
Met een pipet van c^a 5 cM^3 inhoud, druppelt men op de eenigermate rond tegen de wanden van het kroesje gedrukte suiker, zooveel zwavelzuur, tot de suiker geheel en goed bevochtigd is. Dat men hierbij gebruik maakt van absoluut zuiver zwavelzuur, behoeft geen betoog. Men vergewist zich hiervan door 5 cM^3 van het zwavelzuur in een platina-schaal, die men vooraf uitgegloeid en getarreerd heeft, af te dampen en daarna weer te wegen. Weegt de schaal ook maar iets meer dan te voren, dan is het zwavelzuur niet zuiver en moet door een ander vervangen worden.

Bij de kleine platina schaaltjes van Scheibler kan men niet meer dan 3 g. nemen.

Boven een groote vlam gehouden begint de suiker zwart te worden en verkoolt spoedig onder sissen en opblazen der kool. Somtijds is dit zoo heftig dat een gedeelte over den rand der schaal komt. In die gevallen moet men overwegen en iets meer zwavelzuur nemen. Bij met zand of ander onverbrandbaar vuil verontreinigde suiker, handelt men als volgt:

25 g. nauwkeurig afgewogen suiker worden in een maatfleschje van 50 $cM.^3$ inhoud met water opgelost. Na opvulling tot de deelstreep goed omgeschud en door een fijnen filter gefiltreerd. 10 cM^3 filtraat = 5 g. suiker doet men in een platte hooge schaal die bij 30 mm. diameter een rand van 15 mm. hoogte heeft. Na met zwavelzuur bevochtigd te zijn wordt snel ingedampt en verkoold. Men kan hierbij gebruik maken van het waterbad, fig. 81. Doch doelmatiger en sneller, wanneer men gebruik maakt van de volgende inrichting: een vierkante staalplaat rust op vier ijzeren pootjes c^a. 20 cM. hoog. Vier bunsen gasbranders spelen met hun vlam tegen de staalplaat. Op een draadnet rond de branders zet men de schaaltjes met de gezuurde suikeroplossing. De groote hitte van boven naar beneden werkend, verdampt snel de oplossing, zonder dat men voor wegspatten of overkoken bevreesd behoeft te zijn. Na de verkoling brengt men de schaaltjes in een uit platina blik gemaakte, of bij grooter aantal monsters in een chamotte moffel-oven.

Fig. 81.



Een doelmatige moffeloven stelt ons fig. 82 voor. De moffel door een vierstraligen brander verhit, ligt op vier dwarsgespannen platina-draden, en is, om de hitte bijeen te houden, door vier verplaatsbare chamotteplaten omgeven.

Bij matige hitte blijft na $^1/_2$ tot 1 uur brandens, een zuivere sneeuw-

witte, soms door een gehalte aan ijzeroxyd roodachtig gekleurde zoutmassa terug, die nu natuurlijk uit sulfaten bestaat.

De moffel wordt zwak roodgloeiend gehouden; bij te sterken gasdruk neemt men de chamotte-platen af.

Fig. 82.



Door talrijke onderzoekingen heeft Scheibler vastgesteld, dat het gewicht der sulfaten, ten gevolge van het hoogere moleculair gewicht van het zwavelzuur, in gewone omstandigheden bijna nauwkeurig 10 % hooger uitvalt dan men bij verbranding zonder toevoeging van zwavelzuur zou hebben verkregen. Men trekt dus van het gevonden gewicht het 10de gedeelte of 10 % af.

Voorbeeld bij 5 g. suiker:

Kroes + asch	17.538	g.
〃 ledig	17.469	〃
	0.069	g.
af 10 %	0.007	〃
	0.062	g.

$$5 : 0.062 = 100 : x$$
$$x = 1.24$$

Voorbeeld bij 3 g. suiker:

Schaalte + asch	10.422	g.
〃 ledig	10.381	〃
	0.041	g.
af 10 %	0.0041	
	0.0369	

De berekening geschiedt op tweeërlei wijze, waarvan de laatste de eenvoudigste is

$$3.0 : 0.0369 = 100 : x$$
$$x = \frac{0.0369 \times 100}{3} \; 1.23 \; \% \text{ zouten}$$

of

$$0.41 \times 3 = 1.23 \; \% \text{ zouten.}$$

d. Bepaling der Glucose of Invertsuiker. Inversie-Methode.

Met Inversie wordt, zooals reeds vroeger is vermeld, de scheikundige werking der omkeering bedoeld, die de rechtsdraaiende rietsuiker onder den invloed van zuren in een mengsel van rechts- en linksdraaiende druivensuiker verandert. Het product heet gewoonlijk invertsuiker, en heeft behalve de linksdraaiende werking op den gepolariseerden lichtstraal, ook de eigenschap gekregen, een alcalische koperoxydoplossing onder onttrekking van zuurstof in koper-oxydul te reduceeren.

Deze beide eigenschappen heeft men als grondslag voor het quantitatief onderzoek dezer stof aangewend. Men ziet echter dat men ook de rietsuiker door dezelfde methode kan bepalen, wanneer men de laatste slechts vooraf met een zuur in invert-suiker overbrengt.

Men onderscheidt twee methoden:

eene inversie met bepaling der suiker op optische wijze, en

eene inversie met bepaling der suiker op scheikundige wijze.

De laatste wijze berust op de genoemde eigenschap om koperoxyd in oxydul te reduceeren.

De hoeveelheid gereduceerd koper-oxydul geeft een nauwkeurige maat voor de hoeveelheid aanwezige suiker; — ook kan men de verbruikte koperoplossing van eene bepaalde sterkte in aanmerking nemen.

Het eerste is gewichtsanalyse, het laatste titreeranalyse.

Voor het laatste gebruikt men de door Trommer het eerst aanbevolen, later door Fehling en anderen verbeterde koper-reductieoplossing, die naar den laatste, als Fehling's koperoplossing bekend is. Het is een diep blauwe oplossing, die door natronloog sterk alcalisch gemaakt is. Zie blz. 134 Hoofdstuk Chemicaliën.

Het daarin aanwezige koper-oxyd ondergaat bij de inwerking der invert-suiker, bij gewone temperatuur langzaam, bij kookhitte onmiddellijk de bovenvermelde reductie.

De scheikundige werking is de volgende: Invertsuiker, evenals zuivere druivensuiker en vruchtsuiker, neemt bij aanwezigheid van basische stoffen met groote begeerte zuurstof op, oxydeert en werkt zoo ook op andere met haar in aanraking komende stoffen, reduceerend. Aan het koper-oxyd der Fehling's oplossing wordt op deze wijze een deel van haar zuurstof onttrokken en het daarbij ontstane oxydul slaat, onder gelijktijdige gedeeltelijke of geheele ontkleuring der blauwe vloeistof, als een rood poeder dat in water onoplosbaar is neêr. De suiker zelve ondergaat door opname van zuurstof, een reeks veranderingen, waarbij naast gomachtige stoffen, mierenzuur en oxalzuur zijn waargenomen.

Bij de gewichtsbepaling wordt het neergeslagen koper-oxydul, hetzij

door een gewonen fijnen papierfilter of door een asbest-filter van Soxhlet gefiltreerd; men wascht zorgvuldig uit met heet water en na droging bij de papieren filter, onder eenige voorzorgsmaatregelen verbrand en in een porseleinen kroes gegloeid, bij den laatste door waterstofgas onder gelijktijdige verhitting tot kopermetaal herleid.

Bij de eerste wijze gaat, door opname van zuurstof uit de lucht en geregelde behandeling met salpeterzuur, het oxydul in oxyd over, waarvan het gewicht wordt bepaald en op koper omgerekend; in den asbest-filter weegt men direct het koper.

De hoeveelheid verkregen oxyd, vermenigvuldigd met de factor 0.7983, geeft het koper. Naar aanleiding eener reeks onderzoekingen heeft Allihn de beide volgende tabellen berekend, die, naast het gevonden gewicht aan koper in milligrammen, de equivalente hoeveelheid invertsuiker in tabel XXI en de hoeveelheid rietsuiker in tabel XXII aangeven.

Indien men van deze tabellen gebruik wil maken, moet men de later opgegeven regels, voor de uitvoering der onderzoeking, zeer nauwkeurig volgen.

Het gebruik der tabellen is zeer eenvoudig. Wanneer men ten slotte bij het wegen van den asbest-filter, 0.109 g. (= 109 mg.) koper heeft gevonden, dan is de hoeveelheid invertsuiker 55.5 mg. of 0.0555 g. en volgens tabel XXII 52.7 mg. rietsuiker.

Heeft men als koperoxyd gewogen en 0,132 g. gevonden, dan zou met gebruikmaking van den factor 0.7983 het gewicht aan koper = 0.132 × 0.7983 = 0.105 g. zijn en dit weer 0.0535 invertsuiker of 0.0508 g. rietsuiker.

Terwijl men vroeger de meening was toegedaan, dat alle rechtsdraaiende stoffen, behalve de rietsuiker door basisch lood-acetaat, uit de oplossing verwijderd konden worden, hebben de omvangrijke onderzoekingen van Reichardt en Bittmann bewezen, dat dit eene dwaling is. Voornamelijk de reeds door Loiseau gevonden stof, later door Von Lipmann en Tollens geïsoleerd en als Raffinose gekenmerkt, draait het polarisatievlak sterker dan rietsuiker. Ik vermeld hier alleen, dat deze Raffinose vóór inversie eene draaing heeft, α_j = + 114.6 — + 117.4 α_D = + 104 — + 105,5 en na inversie α_j = + 61.8 ; α_D + 45.0 — + 49.5. Bij de geïnverteerde oplossing neemt met toenemende temperatuur de rotatie af. De onderzoekingen van den laatsten tijd bewijzen, dat men door de polarisatie voor en na de inversie, zekere en nauwkeurige slotsommen trekken kan betreffende de soort en de hoeveelheid der verschillende suikersoorten.

Men moet daartoe echter eene goede methode hebben.

De methode van Clerget (zie blz. 276), later verbeterd door bovengenoemde scheikundigen, is hier niet voldoende.

Dr. L. Harperath geeft in de Chemiker Zeitung X, 18.271 eene eenvoudige (sic) methode aan die nauwkeurige resultaten oplevert.

Tabel XXI,

ter bepaling van de invert-suiker uit de gewichtshoeveelheid koper, volgens Allihn.

Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.
10	6,1	50	25,9	90	45.9	130	66,2	170	86,9
11	6,6	51	26,4	91	46,4	131	66,7	171	87,4
12	7,1	52	26,9	92	46,9	132	67,2	172	87,9
13	7,6	53	27,4	93	47,4	133	67,7	173	88,5
14	8,1	54	27,9	94	47,9	134	68,2	174	89,0
15	8,6	55	28,4	95	48,4	135	68,8	175	89,5
16	9,0	56	28,8	96	48,9	136	69,3	176	90,0
17	9,5	57	29,3	97	49,4	137	69,8	177	90,5
18	10,0	58	29,8	98	49,9	138	70,3	178	91,1
19	10,5	59	30,3	99	50,4	139	70.8	179	91,6
20	11,0	60	30,8	100	50,9	140	71,3	180	92,1
21	11,5	61	31,3	101	51,4	141	71,8	181	92,6
22	12,0	62	31,8	102	51,9	142	72,3	182	93,1
23	12,5	63	32,3	103	52,4	143	72.9	183	93,7
24	13,0	64	32,8	104	52,9	144	73,4	184	94,2
25	13,5	65	33,3	105	53,5	145	73,9	185	94,7
26	14,0	66	33,8	106	54,0	146	74,4	186	95,2
27	14,5	67	34,3	107	54,5	147	74,9	187	95,7
28	15,0	68	34,8	108	55,0	148	75,5	188	96,3
29	15,5	69	35.3	109	55,5	149	76,0	189	96,8
30	16,0	70	35.8	110	56,0	150	76,5	190	97,3
31	16,5	71	36,3	111	56,5	151	77,0	191	97,8
32	17,0	72	36,8	112	57.0	152	77,5	192	98,4
33	17,5	73	37,3	113	57,5	153	78,1	193	98,9
34	18,0	74	37,8	114	58,0	154	78,6	194	99,4
35	18,5	75	38,3	115	58,6	155	79,1	195	100,0
36	18,9	76	38,8	116	59,1	156	79,6	196	100,5
37	19,4	77	39,3	117	59,6	157	80,1	197	101,0
38	19,9	78	39 8	118	60,1	158	80,7	198	101,5
39	20,4	79	40,3	119	60,6	159	81,2	199	102,0
40	20,9	80	40,8	120	61,1	160	81.7	200	102,6
41	21,4	81	41,3	121	61,6	161	82.2	201	103,1
42	21,9	82	41,8	122	62,1	162	82,7	202	103,7
43	22,4	83	42,3	123	62,6	163	83,3	203	104,2
44	22,9	84	42,8	124	63,1	164	83,8	204	704,7
45	23,4	85	43,4	125	63,6	165	84,3	205	105,3
46	23,9	86	43,9	126	64,2	166	84,8	206	105,8
47	24,4	87	44,4	127	64,7	167	85,3	207	106,3
48	24,9	88	44.9	128	65,2	168	85,9	208	106,8
49	25,4	89	45,4	129	65,7	169	86,4	209	107.4

Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.	Koper. mg.	Invert-suiker. mg.
210	107,9	260	134,6	310	162,0	390	190,0	410	218,7	460	248,1
211	108,4	261	135,1	311	162,5	361	190,6	411	219,3	461	248,7
212	109,0	262	135,7	312	163,1	362	191,1	412	219,9	462	249,3
213	109,5	263	136,2	413	163,7	363	191,7	413	220,4	463	249,9
214	110,0	264	136,8	314	164,2	364	192,3	414	221,0		
215	110,6	265	137,3	315	164,8	365	192 9	415	221,6		
216	111,1	266	137,8	316	165,3	366	193,4	416	222,2		
217	111,6	267	138,4	317	165,9	367	194,0	417	222,8		
218	112,1	268	138,9	318	166,4	368	194,6	418	223,3		
219	112,7	269	139,5	319	167,0	369	195,1	419	223,9		
220	113,2	270	140,0	320	167,5	370	195,7	420	224,5		
221	113,7	271	140,6	321	168,1	371	196,3	421	225,1		
222	114,3	272	141,1	322	168 6	372	196,8	422	225,7		
223	114,8	273	141,7	323	169,2	373	197,4	423	226,3		
224	115,3	274	142,2	324	169,7	374	198,0	424	226,9		
225	115,9	276	142,8	325	170,3	375	198,0	425	227,5		
226	116,3	275	143,3	326	170,9	376	199,1	426	228,0		
227	116,9	277	143,9	327	171,4	377	199,7	427	228 6		
228	117,4	278	144,4	328	172 0	378	200,3	428	229,2		
229	118,0	279	145,0	329	172,5	379	200,8	429	229,8		
230	118,5	280	145,5	330	173,1	380	201,4	430	230,4		
231	119,0	281	146,1	331	173,7	381	202,0	431	231,0		
232	119,6	282	146,6	332	174,2	382	202,5	432	231,6		
233	120,1	283	147,2	333	174,8	383	203,1	433	232,2		
234	120,7	284	147,7	334	175,3	384	203,7	484	232,8		
235	121,2	285	148,3	335	175,9	385	204,3	435	233,4		
236	121,7	286	148,8	336	176,5	386	204,8	436	233,9		
237	122,3	287	149,4	337	177,0	387	205,4	437	234,5		
238	122,8	288	149,9	338	177,6	388	206,0	438	235,1		
239	123,4	289	150,5	339	178,1	389	206,5	439	235,7		
240	123,9	290	151,0	340	178,7	390	207,1	440	236,3		
241	124,4	291	151,6	341	179,3	391	207,7	441	236,9		
242	125,0	292	152,1	342	179,8	392	208,3	442	237,5		
243	125,5	293	152,7	343	180,4	393	208,8	443	238,1		
244	126,0	294	153,3	344	180,9	394	209,4	444	238,7		
245	126,6	295	153,8	345	181,5	395	210,0	445	239,3		
246	127,1	296	154,3	346	182,1	395	210,6	446	239,8		
247	127,6	297	154,9	347	182,6	396	211,2	447	240,4		
248	128,1	298	155,4	348	183,2	397	211,7	448	241,0		
249	128,7	299	156,0	349	183,7	398	212,3	449	241,6		
250	129,2	300	156,5	350	184,3	400	212,9	450	242,2		
251	129,7	301	157,1	351	184,9	401	213,5	451	242,8		
252	130,3	302	157,6	352	185,4	402	214,1	452	243,4		
253	130,8	303	158,2	353	186 0	403	214,6	453	244,0		
254	131,4	304	158,7	354	186,6	404	215,2	454	244,6		
255	131,9	305	159,3	355	187,2	405	215,8	455	245,2		
256	132,4	306	159,8	356	187,7	406	216,4	456	245,7		
257	133,0	307	160,4	357	188,3	407	217,0	457	246,3		
258	133,5	308	160,9	358	188,9	408	217,5	458	246,9		
259	134,1	309	161,5	359	189,4	409	218,1	459	247,5		

Tabel XXII,

ter bepaling van Rietsuiker uit de gewichtshoeveelheid koper, volgens Allihn.

Koper. mg.	Rietsuiker. mg.	Koper. mg.	Rietsuiker. mg.	Koper. mg.	Rietsuiker. mg.	Koper. mg.	Rietsuiker. mg.	Koper. mg.	Rietsuiker. mg.
10	5,8	50	24,6	90	43,6	130	62,9	170	82,6
11	6 3	51	25,1	91	44,1	131	63,4	171	83,1
12	6,7	52	25,5	92	44,6	132	63,9	172	83,6
13	7,2	53	26,0	93	45,0	133	64,3	173	84,1
14	7,7	54	26,5	94	45,5	134	64,8	174	84,6
15	8,2	55	27,0	95	46,0	135	65,3	175	85,1
16	8,6	56	27,4	96	46,5	136	65,8	176	85,5
17	9,0	57	27,9	97	47,0	137	66,3	177	86,0
18	9,5	58	28,4	98	47,4	138	66,7	178	86,5
19	10,0	59	28,8	99	47,9	139	67,2	179	87,0
20	10 5	60	29,3	100	48,4	140	67,7	180	87,5
21	10,9	61	29,8	101	48,9	141	68,2	181	88,0
22	11,4	62	30,2	102	49,4	142	68,7	182	88,5
23	11,9	63	30,7	103	49,8	143	69,2	183	89,0
24	12,4	64	31,2	104	50,3	144	69,7	184	89,5
25	12,8	65	31,7	105	50,8	145	70.2	185	90,0
26	13,3	66	32,1	106	51,3	146	70,7	186	90,4
27	13,8	67	32,6	107	51,8	147	71,2	187	90,9
28	14,3	68	33,1	108	52;2	148	71,7	188	91.4
29	14,7	69	33.5	109	52,7	149	72,2	189	91,9
30	15,2	70	34,0	110	53,2	150	72,7	190	92,4
31	15,7	71	34,5	111	53 7	151	73,2	191	92,9
32	16,1	72	35,0	112	54,2	152	73,7	192	93,4
33	16,6	73	35,4	113	54,6	153	74,2	193	93,9
34	17,1	74	35,9	114	55,1	154	74,7	194	94,4
35	17,6	75	36,4	115	55,6	155	75,2	195	95,0
36	18,0	76	36,9	116	56,1	156	75,6	196	95,5
37	18,5	77	37,3	117	56,6	157	76,1	197	96,0
38	19,0	78	37,8	118	57,0	158	76,6	198	96,5
39	19,4	79	38,3	119	57,5	159	77,1	199	97,0
40	19,9	80	38,8	120	58,0	160	77,6	200	97,5
41	20,4	81	39,3	121	58,5	161	78,1	201	98,0
42	20,8	82	39,8	122	59,0	162	78,6	202	98,5
43	21,3	83	40,2	123	59.5	163	79,1	203	99,0
44	21,8	84	40,7	124	60,0	164	79,6	204	99.5
45	22,3	85	41,2	125	60,5	165	80,1	205	100,0
46	22,7	86	41,7	126	60,9	166	80,6	206	100,5
47	23,2	87	42,2	127	61,4	167	81,1	207	101.0
48	23,7	88	42,6	128	61.9	168	81,6	208	101,5
49	24,1	89	43,1	129	62,4	169	82,1	209	102,0

Koper.	Rietsuiker.	Koper.	Rietsuiker.	Koper.	Rietsuiker.	Koper.	Rietsuiker.	Koper.	Rietsuiker.	Koper.	Rietsuiker.
mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
210	102 5	260	127,9	310	153,9	360	180,5	410	207,8	460	235,8
211	103,0	261	128,4	311	154,4	361	181,0	411	208,4	461	236,4
212	103,5	262	128,9	312	154,9	362	181,6	412	208,9	462	236,9
213	104,0	263	129,4	313	155,5	363	182,1	413	209,5	463	237,5
214	104,5	264	129,9	314	156,0	364	182,7	414	210,0		
213	105,0	265	130,5	315	156,5	365	183,2	415	210,6		
216	105,5	266	131,0	316	157,0	366	183,7	416	211,1		
217	106,0	267	131,5	317	157,5	367	184,3	417	211,7		
218	106,5	268	132,0	318	158,1	368	184 8	418	212,2		
219	107,0	269	132,5	319	158,6	369	185,4	419	212,8		
220	107,5	270	133,0	320	159,1	370	185,9	420	213,3		
221	108,0	271	133,5	321	159,6	371	186,4	421	213,9		
222	108,5	272	134,0	322	160,2	372	187,0	422	214,4		
223	109,0	273	134,6	323	160,7	373	187,5	423	215,0		
224	109,5	274	135,1	324	161,2	374	188,1	424	215,5		
225	110,1	275	135,6	325	161,8	375	188,6	425	216,1		
226	110,6	276	136,1	326	162,3	376	189,1	326	216,7		
227	111,1	277	136,6	327	162,8	377	189,7	427	217,2		
228	111,6	278	137,2	328	163,3	378	190,2	428	217,8		
229	112,1	279	137,7	329	163,9	379	190,8	429	218,3		
230	112,6	280	138,2	330	164,4	380	191,3	430	218,9		
231	113,1	281	138,7	331	164,9	381	191,8	431	219,5		
232	113,6	282	139,3	332	165,5	382	192,4	432	220,0		
233	114,1	283	139,8	333	166,0	383	192,9	433	220,6		
234	114,6	284	140,3	334	166,6	384	193,5	434	221,1		
235	115,2	285	140,9	335	167,1	385	194,0	435	221,7		
236	115,7	286	141,4	336	167,6	386	194,5	436	222,3		
237	116,2	287	141,9	337	168,2	387	195,1	437	222,8		
238	116,7	288	142,4	338	168,7	388	195,6	438	223,4		
239	117,2	289	143,0	339	169,3	389	196,2	439	223,9		
240	117,7	290	143,5	340	169,8	390	196,7	440	224,5		
241	118,2	291	144,0	341	170,3	391	197,3	441	225,1		
242	118,7	292	144,5	342	170,9	392	197,8	442	225,6		
243	119,2	293	145,1	343	171,4	393	198,4	443	226,2		
244	119,7	294	145,6	344	171,9	394	198,9	444	226,7		
245	120,2	295	146,1	345	172,5	395	199,5	445	227,3		
246	120,7	296	146,6	346	173,0	396	200,1	446	227,9		
247	121,2	297	147,1	347	173,5	397	200,6	447	228,4		
248	121,7	298	147,7	348	174,0	398	201,2	448	229,0		
249	122,2	299	148,2	349	174,6	399	201,7	449	229,5		
250	122,7	300	148,7	350	175,1	400	202,3	450	230,1		
251	123,2	301	149,2	351	175,6	401	202 9	451	230,7		
252	123,7	302	149,7	352	176,2	402	203,4	452	231,2		
253	124,3	303	150,3	353	176,7	403	204,0	353	231,8		
254	124,8	304	150,8	354	177,3	404	204,5	454	232,4		
255	125,3	305	151,3	355	177,8	405	205,1	455	233,0		
256	125,8	306	151,8	356	178,3	406	205,6	456	233,5		
257	126,3	307	152,3	357	178,9	407	206,2	457	234,1		
158	126,9	308	152,9	358	179,4	408	206,7	458	234,7		
259	127,4	309	153,4	359	180,0	409	207,3	459	235,2		

Het dubbele normaalgewicht (52.096 g.) wordt afgewogen en in een 200 cM³ fleschje opgelost, tot de streep opgevuld; 50 cM³ hiervan in een fleschje van 50—55 cM³ met loodacetaat enz. geklaard tot 55 met water opgevuld, doorgeschud, gefiltreerd en gepolariseerd, geeft na verhooging met 10 % der aflezing de som der rechtspolarisatie. 100 cM³ worden in een vlakke porceleinen schaal van ruim 140 cM³ inhoud op een waterbad met constant niveau (temperatuur 80—85° C. in de verdampende vloeistof), tot ongeveer 50 cM³ ingedampt en nu boven de vrije vlam snel en even kokend gemaakt, onder herhaald omroeren, nadat men onmiddellijk vóór het kookpunt, 6 cM³ verdund zwavelzuur (1 deel geconcentreerd zwavelzuur en 2 deelen water) bijgevoegd heeft. De verdunning van het zuur geschiedt doelmatig even vóór de bijvoeging, omdat het mengsel dan zeer warm, de te groote afkoeling der suikeroplossing voorkomt. De geheele bewerking op de vrije vlam mag nauwelijks langer dan een minuut duren. Nu wordt de oplossing snel en zeer goed met koud water nagespoeld, in een fleschje van 100 cM³ gedaan, op 17½° C afgekoeld, opgevuld en gepolariseerd.

De oplossing blijft ook na inversie even zoo helder als de vorige en is kleurloos. Bij donkere siropen raadt H. het gebruik van goed uitgedroogd beenzwart aan, bij welk gebruik hij geen vermindering der linksdraaiing kon aantoonen. Tevens is dit een goed middel om het overtollige zuur af te stompen.

Door het kooken en omroeren, wordt alle suiker geïnverteerd, daar de inversie op het kookpunt onmiddellijk plaats vindt.

De berekening is geheel gelijk aan die van Clerget, opgegeven op blz. 276.

Zooals reeds op blz. 283 is vermeld, geschiedt de bepaling der glusose door middel van koperproefvocht; slechts in buitengewone gevallen wordt de inversie-methode van blz. 276 toegepast. Onder verwijzing naar het behandelde omtrent de bepaling van het suikergehalte door middel van koper-proefvocht en het oordeel der Duitsche scheikundigen op blz. 291, deel ik de door mij gevolgde wijze van werken meê. Een ieder is vrij een der andere nauwkeurig beschreven methoden te volgen. Dit alleen op den voorgrond: Alle glucose-bepalingen moeten, om vergeleken te worden, op dezelfde wijze en onder geheel gelijke omstandigheden geschieden; 20 g. suiker worden met water opgelost, in een 100 cM³ fleschje, met zeer weinig lood-acetaat geklaard en in geval de suiker zeer donker is, zoodat meer loodoplossing gebruikt moet worden, dan voegt men eene oplossing van soda-sulfaat bij, om het overtollige lood, dat storend op de koper-oplossing werkt, te verwijderen. Op de gewone wijze opvullen tot de streep, doorschudden, filtreeren in een droog, schoon filtreerglas.

Van deze oplossing vult men een buret, fig. 83, van 50 cM³, verdeeld in $\frac{1}{10}$, tot de 0 streep. In een ruim reageerglas, 20 cM. lang en 2 cM. diameter, of in een kookfleschje van ca. 100 cM³ inhoud, doet men bij beetwortelsuiker en bij zeer fraaie koloniale suiker 2 cM³

koper-proefvocht, volgens opgave op blz. 134 bereid, en bij mindere soorten koloniale suiker 10 cM³. Men verhit op eene kleine gas- of spiritusvlam tot het kookpunt, zorg dragende dat het glas niet oververhit wordt, en laat bij de eerste soort suikers 5 cM³ bij het koperproefvocht vloeien. Men verhit na elke bijvoeging en gaat hiermee voort, tot men hetzij 50 cM³ heeft verbruikt, zonder dat de blauwe oplossing ontkleurd is; dan is er geen glucose aanwezig, of men ziet reeds na de eerste bijvoeging, dat er verandering in de kleur ontstaat, die gewoonlijk van blauw in groen, geel, steenrood en donkerrood overgaat, bij het aanwezig zijn van minder of meer glucose. Na elke bijvoeging van suiker-oplossing, welke natuurlijk aan het einde der proef slechts druppelsgewijze worde toegevoegd, ziet men tegen het licht, door de koper-oplossing. Bij eene goede vlokkige afscheiding van koper-oxydul, die snel naar den bodem zinkt, is de oplossing zelve òf kleurloos òf lichtgeel. Het einde der reactie kan men, met behulp van versch gemaakte geelbloedloog-zout-oplossing, die met zoutzuur of azijnzuur is aangezuurd, nauwkeurig waarnemen. Op den porceleinen voet der buret-standaard laat men een druppel der bloedloog-zout-oplossing vallen, en neemt met een andere roerstaaf een druppel der koper-oplossing, die men naast de eerste op de plaat brengt. Ontstaat bij de ineenvloeiing op de aanrakingspunten geen roodbruine streep, dan is al het koper-oxyde gereduceerd en de proef afgelòopen. Zoolang echter nog deze roodbruine streep ontstaat, laat men suiker-oplossing bijvloeien en kookt op.

Fig. 83.



Heeft men 2 cM³ koperproefvocht gebruikt, dan is de berekening:

$$G = \frac{500}{\text{verbruikte cM}^3 \text{ suiker-oplossing} \times 5 \times 20};$$

bij het gebruik van 10 cM³

$$G = \frac{500}{\text{verbr. cM}^3 \text{ oplossing} \times 20}$$

1e voorbeeld: Van een Bw.suiker, die reeds lang gelegen had, werd voor 2 cM³ koper 16,5 cM³ suiker-oplossing gebruikt, om het einde der reactie te verkrijgen:

$$16,5 \times 5 \times 20 = 1650.$$

$$G = \frac{500}{1650} = 0.303 \text{ \% glucose.}$$

2e voorbeeld: Voor een stroop-suiker of wel een Engelsche blanke basterd, werd bij 10 cM³ koperproefvocht gebruikt 5,7 cM³ suiker-oplossing:

$$G = \frac{500}{5,7 \times 20} = \frac{500}{114} = 4.386 \text{ \% glucose.}$$

Aan de bemoeiingen van verschillende Duitsche scheikundigen, is de volgende wijze van invertsuiker-bepaling te danken, die echter, ondanks zorgvuldige uitvoering, geen overeenstemmende resultaten oplevert.

26.666 g. suiker worden in een 100 cM³ fleschje opgelost, met loodacetaat geklaard, opgevuld, doorgeschud en gefiltreerd. Van het heldere filtraat pipetteert men 75 cM³ = 20 cM³ suiker in een 100 cM³ fleschje en voegt er zooveel natrium-carbonaat-oplossing bij, tot al het overtollige lood neergeslagen is. Overmaat van carbonaat-oplossing hindert niet. Men vult op, schudt door en filtreert. Van deze oplossing worden 50 cM³ = 10 g. oorspronkelijke stof gebruikt bij het koperproefvocht.

Voor deze proef bewaart men doelmatig, de beide in de afdeeling reagentiën blz. 134, opgegeven oplossingen ter bereiding van koperproefvocht, nl. de alcalische tartras-natronaat-oplossing en de kopersulfaat-oplossing, elk afzonderlijk en mengt eerst direct voor het gebruik.

In een meetcylinder doet men 30 cM³ wijnsteenzuur alcali-oplossing, voegt 30 cM³ kopersulfaat-oplossing bij en brengt de donkerblauwe oplossing, die nog met 35 cM³ water verdund wordt in een ruime porceleinen schaal, boven een matige vlam aan den kook. Zoodra een levendig kooken is ingetreden, voegt men met een pipet de bovenvermelde 50 cM³ suiker-oplossing bij en houdt de vloeistof precies een minuut aan den kook.

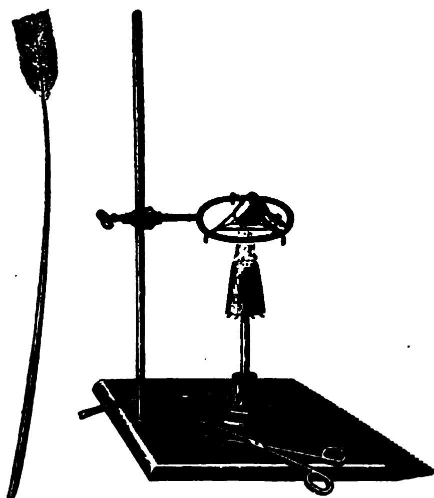
Fig. 84.



Wanneer invertsuiker aanwezig is, slaat een daarmeê overeenkomstige hoeveelheid rood koperoxydul neer; na het kooken wordt dadelijk gefiltreerd. Zooals reeds op blz. 283 is aangemerkt, wordt het verkregen koperoxydul, hetzij als koperoxyde of als metaal gewogen; de verdere behandeling is dus verschillend. In het eerste geval wordt de heete vloeistof, door een filter van goed Zweedsch filtreerpapier gegoten, en met behulp der in fig. 84 afgebeelde spuitflesch en de in

fig. 85 voorgestelde veêr, ook den neerslag op den filter gebracht, wascht snel met kokend water zoolang af, tot de laatst afloopende vloeistof rood lakmoes-papier niet meer blauw kleurt. Filter en neerslag worden in de droogstoof gedroogd en daarna in een voorafgewogen platinakroesje gegloeid. Doelmatig stelt men het kroesje op een driehoek van platinadraad schuin boven de vlam en het dekseltje onder de opening, zie fig. 86.

Fig. 85. Fig. 86.



Men kan ook gebruik maken van de vlakke Scheibler-schaaltjes, zie fig. 80 blz. 280 dan gloeit men in den moffel. De filter verbrandt met achterlating van eene geringe hoeveelheid asch, gewoonlijk 0.0010 g., terwijl het koperoxydul, door opneming van zuurstof, in oxyde teruggevoerd wordt. Door eene te sterke gloeiing en de aanraking met het papier, wordt een verdere reductie tot metaal veroorzaakt, waardoor dus het resultaat, dat als koperoxyd wordt gewogen, onjuist wordt. Daarom bevochtigt men na afkoeling den inhoud van den kroes, met salpeterzuur, en verdampt in een goed trekkende rookkast op het waterbad, fig. 81, tot het oxyd geheel droog is, en gloeit opnieuw. Het nitraat ontleedt zich onder uitstorting van roode onder-salpeterzure-dampen en er blijft zuiver koperoxyd terug.

Fig. 87.



De kroes of het schaaltje laat men in den exsiccator fig. 87 afkoelen, weegt en vindt uit het verschil de hoeveelheid koperoxyd. Vermindert met de filterasch en met den factor 0.7983 vermenigvuldigd, krijgt men de hoeveelheid koper, waaruit men met gebruikmaking der tabel XXI, de hoeveelheid invertsuiker gemakkelijk berekent.

Omslagtiger nog is de bepaling als kopermetaal, doch door bekwame scheikundigen wordt zij, als bepaald nauwkeuriger dan de zoo even beschrevene, bij voorkeur gebruikt.

Daarvoor heeft men den asbestfilter fig. 88 noodig. De figuren behoeven geen uitvoerige beschrijving, daar zij duidelijk aantoonen wat

Fig. 88.

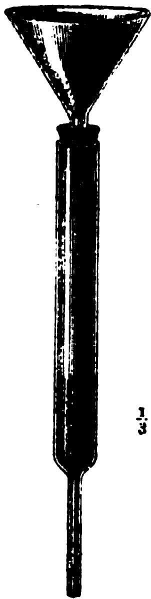
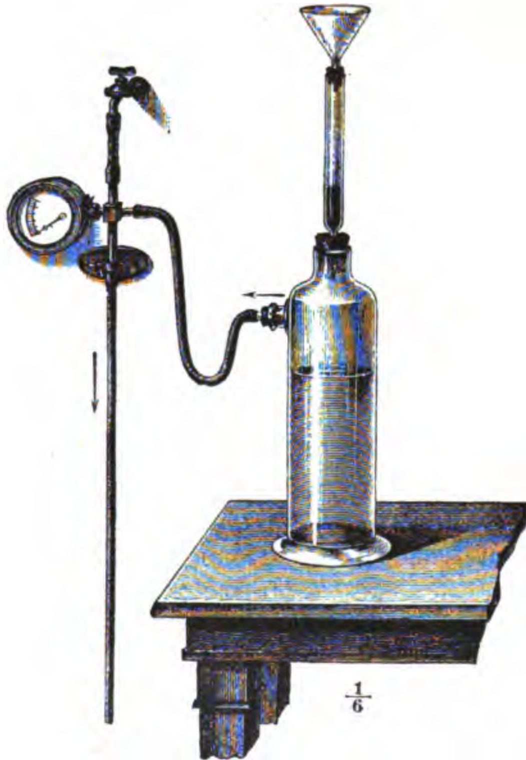


Fig. 89.



Fig. 90.



zij zijn en hoe zij gebruikt worden.

Men vult het onderste gedeelte der goed schoone, droge buis met langdradig goed uitgegloeid asbest, drukt matig vast in elkander en spoelt met water geruimen tijd door, om de kleine asbestdeeltjes, die los geraakt zijn, te verwijderen. Daarna verwarmt men de buis in de droogstoof, tot zij volkomen droog is, laat in den exsiccator afkoelen en bepaalt haar gewicht.

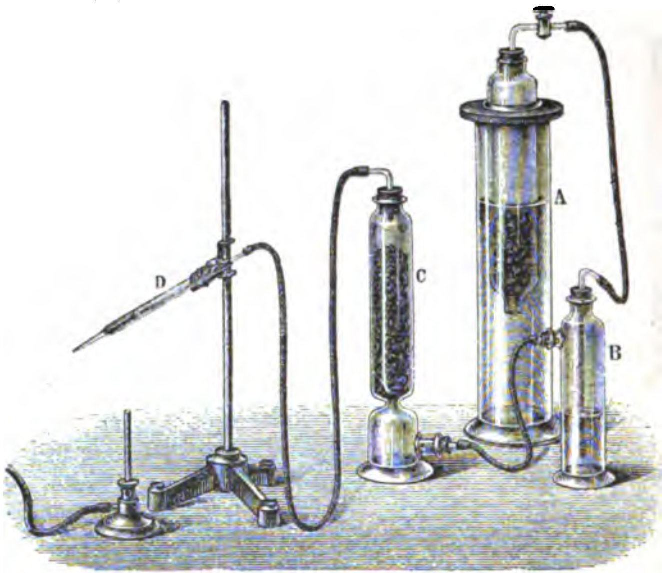
Daartoe hangt men de buis in een uit vernikkeld draad gemaakte beugel, welks oog aan een der haken van de balans opgehangen wordt.

Men schrijft het totaal gewicht op van beugel, buis en asbest. Daarna wordt de buis op een sterk glas, fig. 90, met een goed sluitende gomelastieke stop bevestigd; door een zijdelingsche tubus is het glas met een luchtpomp (waterstraalpomp) verbonden.

Zoodra de op bladz. 291 vermelde neerslag van koper-oxydul verkregen is, doet men de filterbuis half vol water, zet den kleinen trechter luchtdicht er op, laat de pomp werken en vult nu den trechter met de kokende vloeistof. Bij zaakkundige, niet al te dichte pakking der asbestlaag, wordt de vloeistof met een sterken straal afgezogen, en blijft het koper-oxydul op en in het asbest terug. Met spuitflesch en veer brengt men de laatste deeltjes oxydul op den trechter, spoelt met heet water na en wascht volkomen uit.

Na zooveel mogelijk het water te hebben afgezogen, spoelt men de laatste deelen daarvan met een weinig alcohol en ten laatste met aether

Fig. 91.



na en zuigt droog. Men zet nu de pomp af en stelt de buis in de droogstoof, om de laatste vochtdeeltjes te verwijderen.

De geheele operatie, hier beschreven, duurt nauwelijks eenige minuten. Na het drogen kan het oxydul worden gereduceerd.

Dit geschiedt door zuiver waterstofgas er over te leiden en tegelijkertijd het oxydul zwak te gloeien. De zuurstof van het laatste vereenigt zich met de waterstof tot water, dat als damp weggaat, terwijl het koper als metaal terugblijft.

Het daarvoor gebruikte doelmatige toestel geeft fig. 91 aan. In A wordt waterstof ontwikkeld, de binnencylinder bevat zuiver zink in kleine stukjes, de buitencylinder verdund zwavelzuur; na het openen der glaskraan, rijst het zuur in den binnencylinder en dadelijk begint de gasontwikkeling. Het gas wordt eerst in B gewasschen; deeltjes overgegaan zuur blijven dan terug, dan in C over chloor-calcium gedroogd en komt dan in de trechterbuis D.

Het einde der reductie is te herkennen, wanneer er geen vochtige aanslag aan het einde der buis meer zichtbaar is en men het doorstroomende gas kan aansteken en dit rustig voortbrandt. Men bluscht de waterstofvlam door toeknijpen der gomelastieke buis, verwijdert de gaslamp, laat de buis in den waterstof-stroom afkoelen en weegt de buis opnieuw, het meerder gewicht is koper.

V o o r b e e l d: 50 cM^3 suiker-oplossing = 10 g. suiker zijn voor den neerslag gebruikt.

Buis met koper en nikkeldraad		30.5836 g.
" en nikkeldraad	=	30.5246 "
koper		0.0590 g.

Volgens tabel XXI blz. 283, zijn 59 mg. (0.0590 g.) koper = 30.3 mg. (0.0303 g.) invert-suiker, welke hoeveelheid dus in de 10 g. der suiker gevonden is.

$$10 : 0.0303 = 100\ x.$$
$$x = 0.303\ \%\ \text{Glucose}.$$

e. O n d e r z o e k o p z w a v e l i g z u u r.

Het zwavelig-zuur (zwavel-dioxyde) wordt bij de suikerfabricatie als bleekmiddel en in sommige fabrieken in de plaats van koolzuur bij de saturatie gebruikt.

Hetzij men het zwavelig-zuur maakt door verbranden van zwavel, hetzij men het thans in den handel gebrachte vloeibare zwavelig-zuur gebruikt, er ontstaan in de daarmeê behandelde sappen, zwavelig-zurezouten, die moeilijk oplosbaar zijn en grootendeels worden afgescheiden, doch waarvan kleinere deeltjes terugblijven en ten slotte in de ruwe suiker voorkomen.

Om nu deze gezwavelde suikers op zwavelig-zuur te onderzoeken, weegt men 20 g. suiker af, lost die in water op, voegt er een stukje (5 g.) zwavel-vrij zink en 5 cM^3 zuiver zoutzuur bij. Hierdoor ontstaat eene gasontwikkeling van waterstof. Is zwavelig-zuur aanwezig, dan wordt dit uit zijne verbindingen vrij gemaakt en vormt z w a v e l - w a t e r s t o f g a s, dat men onmiddellijk herkent aan den reuk, doch zekerder aan het zwart of donkerbruin worden van een strookje met lood-acetaat bevochtigd papier. Men hangt dit aan eene insnede der kurk, die men los op het fleschje zet, zoo in het midden van het fleschje, dat de vloeistof het vochtige papier niet aanraakt.

Is geen zwavelig-zuur aanwezig, dan wordt het papier niet bruin.

R e n d e m e n t s - b e r e k e n i n g.

Wanneer men 100 k. suiker smelt, al was het ook de zuiverste melis, is men niet in staat door raffinage daaruit weer 100 kilo zuivere suiker terug te winnen. Naast de verkregen melis blijft steeds een restant siroop terug, dat te grooter wordt, naarmate de ruwe suiker meer zouten, slijmsuiker en dergelijke bevat.

Duidelijk is, dat de waarde van een suiker dus bepaald wordt, naarmate zij meer zuivere suiker en minder vreemde stoffen bij onderzoek aanwijst. De handel heeft hiervoor regels aangenomen, die, elken wetenschappelijken grond missende, gebaseerd zijn op de uitlevering aan melis en siroop, door de raffinage verkregen.

De handel in suiker geschiedt, door van de polarisatie af te trekken 5 × de asch en 3 × de glucose, wanneer minder dan 0.25 % glucose wordt gevonden, en 5 × de glucose, wanneer meer dan 0.25 % is geconstateerd.

De kooper en verkooper wijzen aan den makelaar, die de suiker voor hen verhandelt, twee scheikundigen aan, die elk een monster onderzoeken. Het resultaat — titrage-biljet — moet in het rendement binnen de grenzen van ½ % overeenstemmen, anders wordt een derde monster gezonden aan een derden scheikundige (départeur); diens resultaat met een der naastbijkomende der vorige twee, wordt als gemiddeld resultaat uitgerekend en daarnaar den prijs voor de geheele partij.

Voorbeeld.	A. Voor verkooper.	B. Voor kooper.
Polarisatie	95.20 %	95.—
Glucose	0.16 „	0.22
Asch	1.28 „	1.31
Water	2.— „	2.—
Onbekend	1.36 „	1.47
	95.2— (1.28 × 5 + 0.16 × 3)	95 — (1.31 × 5 + 0.22 × 3)
	Rendement 88.32	87.79
	Verschil	0.53 % dus

een départeur, wiens resultaat is:

Polarisatie	95.—
Glucose	0.19
Asch	1.29
Water	2.10
Onbekend	1.42

95 — (1.29 × 5 + 0.19 × 3) = 87.98

B als het naastbijkomend 87.79

Dooréén titrage . . . . 87.88[5] %.

Voor kleurbepaling zie men blz. 258, doch gebruikt men voor suiker een vast gewicht, 20 g. in 100 cM³ water.

Voorbeeld: 20 g. ruwe suiker van 95.— % polarisatie werden tot 100 cM³ opgelost, de oplossing gaf op de schaal eene aflezing van 22 mM. hoogte, om kleurgelijkheid te hebben.

$$\text{De kleur is dus } \frac{100}{22} = 4.55.$$

Daar het suiker-gehalte der stof 95.— % was, is in de afgewogen 20 g. ruwe suiker volgens den regel.

$$100 : 95 = 20 : x$$
$$x = 19 \text{ g. zuivere suiker.}$$

Om nu de kleurstof op 100 deelen zuivere suiker uit te rekenen, stelt men:

$$19 : 4.55 = 100 : x$$
$$x = 23.95\ \%$$

kleurstof op 100 deelen zuivere suiker.

XV.

ANALYSE VAN SUIKERSAPPEN.

De suikersappen worden onderzocht op hun
densiteit
suiker-gehalte
glucose "
water "
asch " en
kalk "
terwijl de organische stoffen berekend worden door de som der gevonden stoffen af te trekken van 100.

De densiteit wordt direct opgenomen in een ruim proefglas met den op bladz. 126 beschreven densimeter, wanneer het sap dunsap is. Bij diksappen en klaarsel bepaalt men de densiteit der voor de polarisatie afgewogen en opgeloste hoeveelheid en berekent daaruit de oorspronkelijke densiteit. Men lette er op, dat de aflezingen bij 15° C. moeten geschieden of dat men bij eene andere temperatuur eene correctie aanbrengt en wel voor elke 5° Celsius verschil meer dan 15° 0.0013 bijtelt en voor elk 5° C. onder 15° even zooveel aftrekt.

Heeft men voor dunsap b.v. gevonden bij 20° C. 1.0285,
dan komt er voor 5° C. eene correctie van........ 0.0013
bij en is dan de aflezing = 1.0298
bij 15° C.

Heeft men voor klaarsel en diksap b.v. bij het afwegen van 40 grammen en oplossen tot een volume van 200 cM³ eene oplossing verkregen, die bij 23° C. eene densiteit heeft van 1.0278, dan berekent men de densiteit der oorspronkelijke stof als volgt:

$$5 : 0.0013 = 7 : x, \text{ want } 22 - 15 = 7°$$
$$x = 0.00182$$
$$+ \quad 1.0278$$
$$1.02962 \text{ S. g. bij } 15° \text{ C.}$$

100 cM³ der oplossing wegen	102.962 g., daarin zijn aan oorspronkelijke stof
	20.— „
blijft voor water.......... ..	82.962 g.
en cM³ ruimte in 100 cM³ aan klaarsel of diksap =	17.038 cM³
	100.—

$$17.038 : 20 = 1 : x$$

$x = 1.173$ S. g. voor de oorspronkelijke stof of 21.3° Beaumé.

Het suikergehalte bepaalt men direct en indirect; direct door het dunsap in de buis van den saccharimeter waar te nemen en de gevonden grammen suiker door het spec. gewicht × 10 te divideeren; b.v. leest men bij het instrument van Wild 95.5 g. af in 1 liter, dan bevat het dunsap

$$\frac{95.5}{10.298} = 9.27\ \%\ \text{suiker.}$$ [1])

Het diksap en het klaarsel kan men niet op deze wijze polariseeren. Men gebruikt daartoe de oplossing, die men voor de bepaling van het spec. gewicht heeft klaar gemaakt. Men neemt een kolfje van 100—110 cM³ of een van 50—55 cM³, vult tot de onderste streep, doet eenige druppels basisch azijnzuur loodoxyde-oplossing bij, vult met water tot de 2e streep, schudt door, filtreert en vult in de buis van 220 m.m. De grammen-aflezing op het instrument van Wild, gedeeld door 2, geven direct de gewichtspercenten aan.

Voorbeeld: een diksap, op bovengenoemde wijze behandeld, gaf eene aflezing van 63.9, dus $2\frac{63.9}{36.9}$ % suiker.

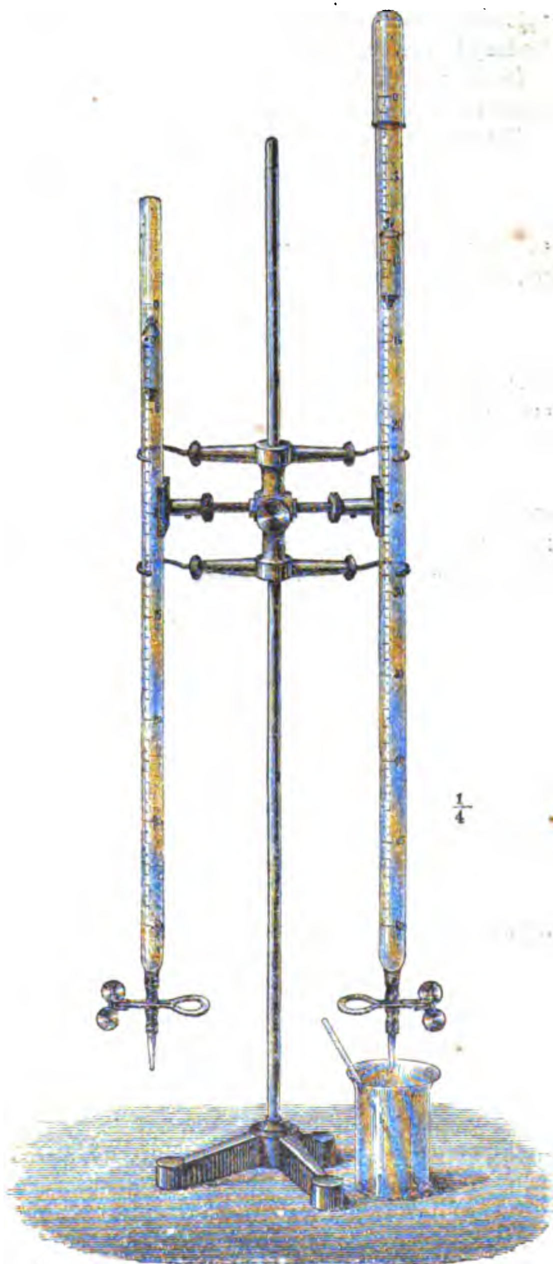
Voor het instrument van Duboscq-Soleil weegt men, in plaats van 40 g. in 200 cM³, 32.7 g. in 200 cM³, voor Scheibler-Soleil 52.096 g. af en dan zijn de graden-aflezing direct gewichtspercenten. Gebruikt men buizen van 200 m.M., dan moet men de aflezing met 10 % verhoogen voor de volume-vermeerdering, door het bijvoegen van het klaarmiddel ontstaan.

In de suikersappen der beetwortel-suikerfabrieken vindt men zelden glucose, wel in de klaarsels der raffinaderijen. Om de glucose te bepalen, doet men de oplossing, waarmeê men het S. g. bepaald heeft, in de linksche buret (fig. 92), neemt 10 cM³ der alcalische koper-oplossing (zie blz. 134) in een reageerbuisje, voegt er eenige stukjes uitgetrokken

---

[1]) Voor het instrument Duboscq-Soleil wordt de graden-aflezing met 1.635 gemultipliceerd en de zoo gevonden grammen door het spec. gewicht × 10 gedivideerd. Voor Scheibler-Soleil is de factor 2.6048.

Fig. 92.



puimsteen of beenzwartkorrels bij en brengt het aan de kook. In de kokende oplossing laat men de suikeroplossing uit de buret zoolang bij gedeelten toevloeien, tot al het koper-oxyd in oxydul is omgezet. Men neme hierbij de volgende regels in acht. Wanneer de oplossing vrij van azijnzuur-lood is, kan men het eind der reactie duidelijk waarnemen, door het proefglaasje recht voor het oog tegen de helle lucht te houden; zoolang het koper-oxyd nog niet volkomen is omgezet, blijft de oplossing troebel of blauw; is de omzetting juist geëindigd, dan scheidt zich het oxydul meer of minder vlokkig af en zinkt snel naar beneden. De oplossing moet geel zijn met een trek naar 't bruine. Is de reactie te ver, m. a. w. heeft men te veel van de suiker-oplossing toegevoegd, dan is de oplossing bruin. Met eenige oefening is men spoedig in staat nauwkeurig op een droppel na te bepalen of de reactie geëindigd is of niet.

Overtollig loodoxyde verwijdert men door bij de oorspronkelijke oplossing, vóór men het fleschje opvult en vóór men het bas. azijnz. loodoxyde toevoegt, zwavelzure soda-oplossing te voegen.

De verbruikte cM.³ suiker-oplossing bevasten nauwkeurig 0.05 gram glucose, en de berekening is als volgt:

Hebben we 59.4 cM.³ suiker-oplossing verbruikt, dan is:

$$59.4 : 0.05 = 100 : x$$
$$x = 0.084,$$

en in de 100 cM.³ suikeroplossing waren opgelost 20 grammen klaarsel, dus

$$20 : 0.084 = 100 : x$$
$$x = 0.42 \text{ °/° glucose.}$$

Dezen dubbelen regel van drieën kan men vervangen door de volgende eenvoudige formule:

$$G = \frac{500}{c \times g},$$

waarbij c de verbruikte cM³ suiker-oplossing, g de grammen afgewogen stof in 100 cM.³ oplossing en G de gezochte hoeveelheid glucose in percenten beteekenen, dus

$$G = \frac{500}{59.4 \times 20}$$
$$G = 0.42 \text{ °/o}$$

Het aschgehalte der suikersappen bepaalt men door 5 à 10 gram in te dampen in de platina-schaal, zwavelzuur bij te voegen en voorzichtig te gloeien, zooals dit bij de analyse van suiker blz. 281 is opgegeven; de afgewogen asch met 10 % verminderd, geeft na berekening het aschgehalte.

Voorbeeld: gewicht der schaal + asch 21.188
" " " 21.097

Afgewogen was 8.85 gram.

$$8.85 : 0.091 = 100 : x$$
$$x = 1.03$$

Afl. 10 % 0.103

0.927 % asch.

Het bepalen van het watergehalte in de suikersappen in het algemeen en in de stroop of melasse z. l. in het bijzonder, geschiedt op indirecte wijze vrij nauwkeurig en voor de behoeften der industrie voldoende, door uit het spec. gewicht der oplossing het gehalte aan vaste stoffen te berekenen en daaruit het watergehalte af te leiden. Ook met den areometer Brix, zie blz. 29. Dat voornamelijk bij zoutrijke sappen, klaarsels en stropen deze zouten influenceerend werken op

den densimeter, zal duidelijk blijken uit de volgende proefnemingen, bijzonder met het oog hierop genomen. [1])

Voor de nauwkeurige waterbepaling van eenige stropen, moest men ze volkomen drogen. Deze operatie was met veel zwarigheden verbonden, daar de taaie massa bij de verwarming uiterst moeielijk haar water verloor. Het is daarbij in den regel noodzakelijk de stropen met eene groote hoeveelheid kiezelzand of grof gestooten glas te vermengen, om eene grootere verdeeling der stroop te bewerken. Verwarmt men in een luchtbad, dan duurt het, ook wanneer de temperatuur standvastig eenige graden boven 100° C. gehouden wordt, weken lang, voor er geen gewichtsvermindering meer intreedt. Om de operatie te verkorten, werd een droge luchtstroom over de in eene buis gebrachte stroop geleid; twee, volgens deze manier uitgevoerde proeven leverden echter geen bevredigend resultaat. Men ging daarom eindelijk tot de aanwending eener luchtverdunde ruimte over, en er werd tot dat doel een afzonderlijk toestel vervaardigd. Dit bestond uit een horizontaal liggenden roodkoperen cylinder, waardoor in de lengte concentrisch eene geel koperen buis gebracht was, welker uiteinden aan beide zijden iets vooruit kwamen; het eene einde van den binnensten cylinder was gesloten, het andere open, echter met een sterken, afgeslepen rand voorzien, waarop een ijzeren plaat gelegd en met behulp van een beugel vastgeschroefd kon worden. Door een daartusschen gelegden caoutchouc-ring werd eene luchtdichte sluiting verkregen. De tusschenruimte der beide cylinders werd met water gevuld en diende als stoomketel. In de binnenste buis werden de uit te drogen stoffen ingeschoven en tegelijk een langwerpig bakje, dat met wateraantrekkende stoffen gevuld was, er naast gezet. Aan de beide vooruitstekende einden waren kranen aangebracht, waarvan de eene met de luchtpomp, de andere met een manometer in verbinding stond. De buitenste cylinder had 10 duim (Eng. maat) lengte en 8 duim doorsnede, de binnenste 12 duim lengte en 4 duim doorsnede; het geheele apparaat lag in eene kleine kachel van plaatijzer en werd door een gasbrander van Bunsen verhit.

Van de stropen werden 1—2 g. tusschen horlogeglazen afgewogen, waarin zich grof gestooten glas bevond, en hierop door bijvoeging van eenige druppels water de opzuiging en gelijkmatige verdeeling bewerkstelligd. Men bracht daarop de horlogeglazen in de droogruimte, welke eerst met gesmolten chloorcalcium belegd was, en bewerkte eene luchtverdunning van 1 duim kwikhoogte; het water in den stoomketel werd onder den gewonen atmospheerdruk op het kookpunt gehouden.

Terwijl in dezen toestel de uitdroging van andere stoffen zeer snel

---

[1]) Tijdens de proeven van suikerraffinage uit ruwe beetwortel-suikers, door het Pruisische gouvernement te Keulen genomen, door prof. LANDOLT en mij uitgevoerd in 1866.

ging, vereischten de stropen daarentegen eene zeer langdurige behandeling. Toen zij het watergehalte grootendeels hadden afgegeven, werd in plaats van chloor-calcium, watervrij phosphorzuur in de droogruimte gebracht en het verwarmen zoo lang voortgezet, tot de van tijd tot tijd gedane wegingen geen gewichtsverlies meer aantoonden. Bij de wegingen was het noodzakelijk, de horlogeglazen zorgvuldig bedekt te houden, daar de uitgedroogde stropen uiterst hygroskopische lichamen zijn. De waterbepalingen van 6 stropen zijn in eenen keer uitgevoerd; de tijd daarvoor noodig bedroeg, 4 dagen. De volgende resultaten werden verkregen:

Stroop. N°.	Gebruikte hoeveelheid (grm.)	Gewichtsverlies (grm.)	Watergehalte %
1	1.3165	0.1875	14.24
2	1.1740	0.1720	14.65
3	1.6899	0.2513	14.87
4	1.4322	0.2557	17.85
5	1.8735	0.3045	16.25
6	1.5928	0.3345	21.00

Behalve deze nauwkeurige waterbepaling, zijn nog andere door middel van het spec. gewicht uitgevoerd geworden, en wel volgens de vroeger aangegeven methode, door het oplossen van 26.048 g. der stropen tot 100 cM³ vloeistof. Daar deze handelwijze echter reeds bij ruwe suikers een niet gering verschil in minus gaf, zoo is dit in nog veel sterker graad het geval bij melassen of stropen, waar het zoutgehalte zooveel meer invloed op den vochtweger uitoefent. De volgende resultaten toonen dit duidelijk aan, en wel dat het watergehalte met den vochtweger ongeveer 4 % lager is, dan dat bij directe droging gevonden.

Stroop N°.	Spec. gewicht der oplossing bij 75'5 C.	Overeenkomende met een watergehalte der stroop %.	Watergehalte door droging %.	Verschil %.
1	1.0890	11.1	14.2	3.1
2	1.0896	10.5	14.7	4.2
3	1.0894	10.7	14.9	4.2
4	1.0864	13.7	17.9	4.2
5	1.0879	12.2	16.3	4.1
6	1.0835	16.6	21.—	4.4

Hieruit blijkt dat men voor de aanwezige zouten eene correctie moet aanbrengen, en wel door 0.4 % voor elk percent asch af te trekken van het gevonden gehalte aan vaste stoffen.

De vaste stoffen berekent men door de duizendste deelen, aangegeven door den densimeter, te multipliceeren met 0.2613, omdat eene oplossing van 0.2613 g. suiker in 100 cM^3 een spec. gewicht aangeeft van 1.001.

Wij vinden in ons voorbeeld de densiteit der oplossing

1.02962

$$0.2613 \times 29.62 = 7.7397 \text{ g.}$$

en we hebben 20 g. stof afgewogen in 100 cM^3, dus

$$20 : 7.7397 = 100 : x$$

$$x = 38.698 \text{ \% vaste stof;}$$

trekt men hier nu af de correctie voor de zouten of $0.4 \times 0.927 = 0.3708$, dan hebben wij

38.698
0.371

38.327 % vaste stof

en verder 100.—
38.327

61.673 % water.

Van overwegenden invloed op den goeden gang der bewerking, is het kalkgehalte der sappen. Men bestempelt dit in de suikerfabrieken met den naam alcaliteit der sappen. Of en in hoeverre deze bepaling in de verschillende fabrieken overeenkomt, willen wij in 't midden laten, onder opmerking alleen, dat wij in fabrieken, die zoogenaamd 0.04 alcaliteit opgaven van haar diksap, zooveel kalk in het sap vonden, dat het eenvoudig dood kookte. De methode door L. Walkhoff [1]) opgegeven, is zeker te verwerpen, daar deze niets bepaalds aangeeft en men afhankelijk is van de z. g. verzadigde kalkoplossing.

Veel nauwkeuriger is het $^1/_{10}$ normaal salpeterzuur, waarbij men van het aangewezen sap 10 à 20 cM^3 afmeet in een bekerglaasje en blauw kleurt door lakmoes-tinctuur. Uit de buret laat men het zuur indruppelen, tot de blauwe kleur in steenrood is overgegaan. Elke cM^3 zuur is gelijk aan 0.0028 kalk CaO.

20 cM^3 dunsap wegen 20.596 g.

en hebben tot de roode kleur 32 cM^3 $^1/_{10}$ normaal salpeterzuur noodig; hierin is dus:

$$32 \times 0.0028 \text{ g. kalk}$$

of 0.0896 g.

---

[1]) Zie zijne laatste uitgave „Der praktische Rübenzuckerfabrikant", 2e Theil, S. 50. Ook in het Fransch vertaald.

$$20.596 : 0.0896 = 100 : x$$
$$x = 0.435\ \%\ \text{kalk.}$$

In dit geval zijn het werkelijk percenten kalk in het sap en kan men hierna veel beter beoordeelen of de carbonatatie ver genoeg gedreven is. De bewerking is snel en men behoeft daarbij niet te rekenen, omdat de dunsappen meestal dezelfde dichtheid hebben. Uit de onderstaande tabel kan men de alcaliteit in % uitgedrukt vinden voor 10 en 20 cM³ sap, het dunsap op 1.03 S. G. aannemende.

cM³ zuur		10 cM³	20 cM³ sap
2	=	0.0543 % kalk	0.0272 % kalk
4	=	0.1086 " "	0.0543 " "
6	=	0.1629 " "	0.0814 " "
8	=	0.2172 " "	0.1071 " "
10	=	0.272 " "	0.136 " "
12	=	0.326 " "	0.161 " "
14	=	0.3806 " "	0.1903 " "
16	=	6.4349 " "	0.2174 " "
18	=	0.4892 " "	0.2446 " "
20	=	0.544 " "	0.272 " "
22	=	0.598 " "	0.299 " "
24	=	0.652 " "	0.3263 " "
26	=	0.7069 " "	0.3539 " "
28	=	0.761 " "	0.38 " "
30	=	0.816 " "	0.408 " "

Voorbeeld: 25 cM³ diksap verbruikten tot de roode kleur 7.5 cM³ zuur.

$$\frac{7.5}{100} = 0.075\ \%\ \text{kalk.}$$

Wil men ook van het dunsap de gebruikte cM³ zuur als $\frac{1}{100}$ % aanmerken, dan moet men van het dunsap 27 cM³ afmeten. Men zal dan b.v. gebruiken om de roode kleur te krijgen

$$\frac{43\ \text{cM}^3}{100} = 0.43\ \%\ \text{kalk.}$$

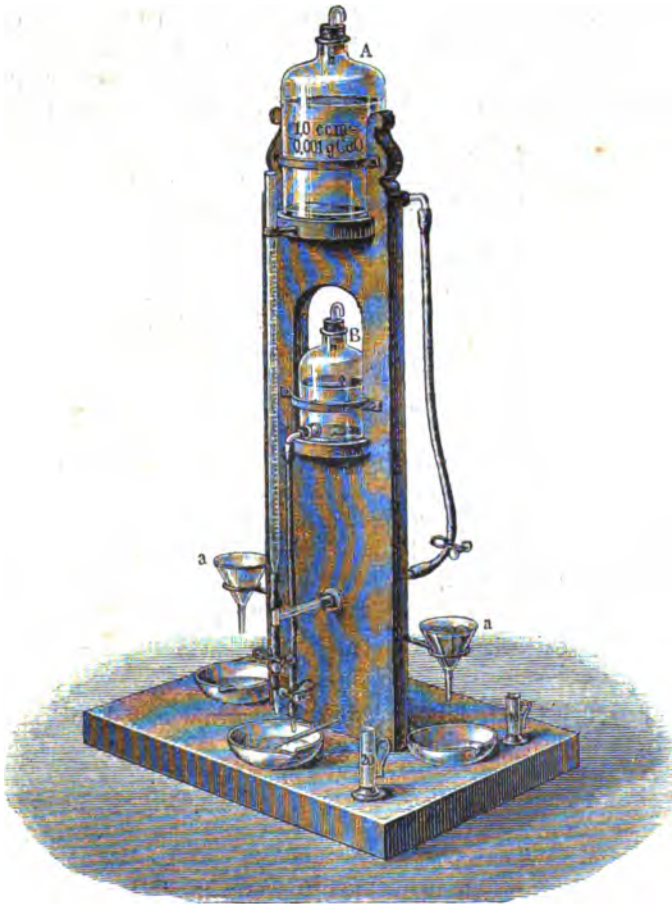
In plaats van lakmoes-tinctuur wordt veel gebruik gemaakt van verschillende teerkleurstoffen en wel het phenolphtaleïn, rosolzuur of corallin. Deze stoffen moeten scheikundig zuiver zijn zij worden in alcohol opgelost in voorraad gehouden en gebruikt. Door de geringste alcaliteit worden zij intensief rood gekleurd; na toevoeging van zuur en bij de allergeringste overmaat wordt phenolphtalein kleurloos, rosolzuur en corallin geel gekleurd.

Bij alcaliteitsbepalingen wordt dus met deze drie stoffen getitreerd op het verdwijnen der roode kleur.

Daar de uitkomsten tusschen deze indicatoren en lakmoes een weinig verschillen, moet men bij vergelijkende onderzoekingen niet met de indicators verwisselen.

Bij de nieuwere methoden der scheiding wordt de saturatie geregeld volgens de alcaliteit door titreering aangegeven, en heeft men voor dit doel een toestel noodig, dat, met alle noodige oplossingen en gereedschap voorzien, aan den werkman wordt gegeven, tot spoedige contrôle van

Fig. 93.



zijn arbeid. Een toestel van dien aard is het hierbij in fig. 93 voorgestelde. Men heeft er ook van anderen vorm.

In de flesch A is het normaalzuur, dat door middel van de op de

achterzijde van het statief aangebrachte verbinding, en door een klemkraan afsluitbaar, in de $\frac{1}{10}$ verdeelde buis, van onderen kan gevuld worden. De flesch B, die ook met buis en klemkraan is voorzien, bevat de oplossing der phenolphtaleïn, of een anderen indicator. Bij het gebruik vult men de buis tot het nulpunt, giet van het sap op den zijwaarts bevestigden trechter *a*, filtreert in de schaal, meet met een der bijstaande maatglaasjes van 10 of 20 cM³, die hoeveelheid van het heldere filtraat af in de porceleinen schaal onder de buret en titreert, na toevoeging van eenige druppels phenolphtaleïn-oplossing, tot het verdwijnen der roode kleur.

Al naar de sterkte van het proefzuur, wordt den werkman aangezegd, hoever men de alcaliteit wenscht te verminderen of hoeveel cM³ van het proefzuur voor 10 of 20 cM³ filtraat mogen gebruikt worden.

De opstelling der resultaten zullen wij hierbij aangeven voor diksap en klaarsel, gebruik makende van de hiervoor opgegeven voorbeelden:

	Diksap.	Klaarsel.
Spec. gewicht	1.173	1.173
Graden Beaumé	21.3	21.3
Suiker	36.9	36.9
Glucose	—	0.42
Asch	0.927	0.927
Water	61.674	61.673
Kalk	0.075	—
Org. stoffen	0.425	0.08

Voor eene behoorlijke vergelijking der verschillende suikersappen, enz. moet men eigenlijk hunne samenstelling op 100 deelen droge stof berekenen, waardoor de verschillende bestanddeelen werkelijk aangetoond worden in hunne onderlinge verhouding. Door eenvoudige vergelijkingen komt men er,

$$\text{en wel, droge stof:} \left\{ \begin{array}{l} \text{glucose} \\ \text{suiker} \\ \text{asch} \\ \text{kalk} \end{array} \right\} = 100 : x,$$

waarbij dan het verschil weer wordt aangevuld met de onbekende of organische stoffen. Wij berekenen alzoo:

	Diksap.	Klaarsel.
Suiker	96.27	96.27
Glucose	—	1.096
Asch	2.42	2.42
Kalk	0.195	—
Org. stof	1.115	0.214

XVI.

ANALYSE VAN MELASSE.

Het onderzoek van de overblijvende producten der fabricatie en der raffinage van suiker (de melasse en vulsiroop), zal voor hem, die de analyse van suikersappen heeft nagegaan, geen moeielijkheid meer opleveren. Toch biedt deze analyse eenig verschil aan, 1°. omdat wij hierbij met zulk eene belangrijke kleuring (caramel) te doen hebben, dat onze gewone ontkleuringsmiddelen niet voldoende zijn, 2°. omdat vaak door de belangrijke hoeveelheid omgezette suiker in de vulsiroop de polarisatie niet volkomen vertrouwbare resultaten oplevert.

De gewone bewerkingen voor de bepaling van het spec. gewicht, aschbepaling, enz. worden hier niet beschreven. Wij verwijzen daartoe naar blz. 297 e. v.

Alleen wordt nog opmerkzaam gemaakt op de ontkleuring van de siroop voor de polarisatie met instrumenten van Duboscq en Scheibler-Soleil.

Hiertoe vervaardigt men eene soort koolzwart uit den afval der beenzwartbuilen of wel, men neemt daartoe nieuw beenzwart, dat men met zeer verdund zoutzuur geruimen tijd uittrekt, zoodat niets dan de koolstof en het zand terugblijven, terwijl koolzure- en phosphorzure kalk in de oplossing overgaan. Daarna behandelt men dit zwart geruimen tijd met heet, later met koud water, totdat de laatste sporen van het zuur er uit verwijderd zijn, droogt bij 120° C. en bewaart het goed gedroogde zwart in goed sluitende stopflesschen; de uitlevering bedraagt c^a^. 10 %. — Heeft men nu eene donkere melasse te polariseeren, dan doet men wat van het geprepareerde zwart op een gewonen filter van papier en giet eenige malen de oplossing voor de densiteits-bepaling er over en wel zooveel, dat men er een fleschje van 50 à 55 cM³ mee vullen kan tot de onderste streep. Men voegt er dan een weinig azijnzuur loodoxyde bij, vult op, schudt door, filtreert en polariseert. De donkerste melasse-oplossing wordt daardoor zeer helder. Bij het instrument van Wild en de halfschaduw-toestellen is dit niet noodig.

Om nu bij de vulsiroop den invloed der invertsuiker op de polarisatie te vermijden, moet men als volgt opereeren: Men weegt nauwkeurig 8 g. der vulsiroop af in een porseleinen schaaltje, lost ze met warm water op en vult in een fleschje van 100 cM³, voegt wat basisch azijnzuur lood-oxyde bij, koelt af en vult op tot de streep, schudt heftig door en filtreert in een droog glas. Men neemt nu, met eene pipet van 50 cM³ nauwkeurig die hoeveelheid, of 4 g. der melasse, en laat die in een fleschje van 100 cM³ loopen, voegt hierbij

eene oplossing van zwavelzure soda, zooveel als ter praecipiteering van het overtollige lood-oxyde noodig is, vult op tot de streep, schudt heftig door en filtreert direct in de buret, fig. 15 of 16. Nu neemt men 10 cM³ koperproefvocht en titreert zoo lang van de siroop-oplossing in het kokende koper-proefvocht, tot al het oxyde in oxydul is omgezet; de oplossing ziet daarbij geelachtig. Men late zich niet misleiden door de groene tint; het geel toch der siroop-oplossing met het blauw van het koperproefvocht vormt eene meer of min groene tint, wanneer de reactie niet volkomen geëindigd is. Men gebruikt ter uitrekening de op blz. 290 opgegeven formule

$$G = \frac{500}{c \times g}.$$

Stel, dat wij gebruiken 12.3 cM³ siroop-oplossing, dan hebben we

$$G = \frac{500}{12.3 \times 4} = 10.16\ \%.$$

Van de eerste oplossing (die der 8 g.) neemt men met een pipet 25 cM³, dus 2 g., en brengt ze in een fleschje van 200 cM³., voegt een weinig water bij en 10 cM³ der verdunde zwavelzuur-oplossing, zie blz. 115, waardoor een wit praecipitaat van zwavel-lood ontstaat. Men verwarmt nu tot het kookpunt en voegt opnieuw 10 cM³ van het verdunde zwavelzuur bij en laat het mengsel in een waterbad 30 minuten koken. Hierdoor wordt de kristalliseerbare suiker omgezet in invertsuiker. Men koelt af tot op 15° C., vult op tot de streep, schudt door en filtreert in een droog glas of direct in de buret. Men neemt nu 10 cM³ koperproefvocht in een reageercylinder, kookt op de vroeger beschreven wijze en laat uit de buret zoolang van de geïnverteerde oplossing toevloeien, tot al het koper-oxyd in koper-oxydul is omgezet.

De kristalliseerbare suiker wordt nu berekend volgens de onderstaande formule

$$S = 0.95\ \left(\frac{500}{c \times g} - G.\right)$$

c = cM³ gebruikte suiker-oplossing.
g = grammen stof in 100 cM³ oplossing.
G = glucose gehalte.

Verbruiken wij voor de 10 cM³ koperproeftocht, b.v. 9.1 cM³ = c en hebben wij in 100 cM³ der oplossing 1 g. (2 g. in 200 cM³), dan vinden wij voor

$$S = 0.95\ \left(\frac{500}{9.1 \times 1} - 10.16\right)$$

of S = 0.95 (57.84 — 10.16).
of S = 0.95 × 47.68 = 45.3 % kristalliseerbare suiker.
De polarisatie had 40.7 % suiker aangetoond.

XVII.

ANALYSEN VAN PULPE EN SNIJDSELS.

De overblijfselen der diffussie bevatten in meerdere of mindere mate suiker, waarvan het gehalte varieert, naarmate van de meerdere of mindere volledige uitlooging.

Het onderzoek is zeer eenvoudig; het komt hierbij voornamelijk op de goede uitlooging in het laboratorium aan.

Men zorgt vooraf voor een goed doorsneê-monster, en neemt van de snijdsels een gedeelte uit het midden van den diffusie-ketel, maakt de snijdsels fijn in eene hak- of worstmachine, en weegt hiervan 10 à 20 g. af, die men eerst op het waterbad, later in het luchtbad bij 90° C. droogt ter bepaling van de vaste stoffen en het watergehalte. Van het restant weegt men op eene goede balans 1 K°. af en brengt dat in eene ruime porseleinen schaal of in een koperen pannetje met 1 liter water te zamen, trekt onder verwarming gedurende 10 minuten uit en perst nu met eene goede pers zooveel water uit, tot men ongeveer $^{9}/_{10}$ van het bijgevoegde water verkrijgt of 900 cM³. Nu kan men langs twee wegen het suikergehalte bepalen, en wel 1°. door deze 900 cM³ voorzichtig in te dampen tot 2 à 300 cM³ en dan te polariseeren, of 2°. door gebruik te maken van de lange polarisatie-instrumenten met buizen, die 300—500 mM. lengte hebben, omdat diffusiesnijdsel weinig suiker bevat.

Voorbeeld:

Van de fijn gehakte snijdsels wordt 1 K°. genomen en als boven met 1 liter water uitgeloogd. Men perst uit en dampt het sap van 900 cM³ tot 500 cM³ in. Van deze 500 cM³ doet men 250 cM³ in een fleschje van 300 cM³ inhoud (men meet af met een pipet van 100 en eene van 150 cM³), voegt een klaarmiddel bij — het beste is aluinaardehydraat — en vult op tot 300 cM³. Door deze bewerking is het volume van 500 tot 600 cM³ herleid, waarop men moet letten bij de uitrekening. Vult men nu eene buis van 500 mM. lengte, dan moeten de afgelezen grammen suiker door 2.5 gedivideerd worden.

Krijgen we alzoo eene aflezing van 26.3, dan hebben wij

$$\frac{26.3}{2.5} = 10.52 \text{ g.}$$

in een liter van dit sap. Wij hebben 600 cM³ en in 100 cM³ zit 1.052 g. dus

$$6 \times 1.052 = 6.312;$$

deze 6.312 g. waren echter ook in 900 cM³ uitgeperst sap.

$$900 : 6.312 = 1000 : x.$$
$$x = 7.001 \text{ g.}$$

$$1000 : 7.001 = 100 : x$$
$$x = 0.7001 \,\%\text{ suiker in de snijdsels.}$$

Bevatten de oorspronkelijke snijdsels b.v. 88.5 % water, dan is de droge stof = 11.5 %

$$11.5 : 0.700 = 100 : x$$
$$x = 6.09 \,\%.$$

Hieruit blijkt, dat er bij de diffusie weinig suiker in de overblijfselen verloren gaat.

Daar echter de instrumenten met lange buizen nog weinig of in het geheel niet in de fabrieken zijn ingevoerd, moet men de diffusie-snijdsels ook eenigszins anders onderzoeken.

Men bepaalt daartoe heel nauwkeurig het watergehalte der snijdsels, en perst nu 1 K°. van de fijn gemaakte snijdsels met eene goede pers uit. Men noteert het aantal cM^3 verkregen sap, dampt dit in tot 200 cM^3, vult een fleschje van 100—110 cM^3, tot de eerste streep, voegt een klaarmiddel bij en herleidt de gevonden graden tot grammen suiker. Gebruikt men de buis van 200 mM., dan moet men er 10 % volume vermeerdering bij tellen, en daarna als volgt berekenen:

polarisatie 11.5°
bij $^1/_{10}$ 1.15

$$12.65° \times 1.635 = 20.683 \text{ g.},$$

per liter of in 100 cM^3 2.0683 g., in de 200 cM^3 ingedampt sap zijn dus 4.1366 g.; deze zijn ook vervat in de oorspronkelijke hoeveelheid uitgeperst sap, welke wij op 760 cM^3 zullen stellen.

Bevatten de snijdsels 92.5 % water, dan zijn in 1000 g. snijdsels 925 cM^3 of grammen water.

$$760 : 4.1366 = 925 : x$$
$$x = 5.0346$$
$$1000 : 5.0346 = 100 : x$$
$$x = 0.503 \,\%\text{ suiker in de snijdsels en op}$$

100 deelen droge stof.

$$7.5 : 0.503 = 100 : x$$
$$x = 6.71 \,\%\text{ suiker in 100 K.G. droge snijdsels.}$$

XVIII.

ANALYSE DER SCHUIMAARDE EN SPOELWATERS.

De schuimaarde is het product der scheiding en klaring. In de beetwortelsuikerfabriek bestaat zij hoofdzakelijk uit kalk, koolzure-kalk,

organische stoffen, suiker, enz. Bodenbender vond in de schuimaarde der carbonatatieketels:

Koolzure-kalk........	30.—	
Kalk (CaO).........	4.80	
Phosphorzure kalk...	1.05	
Zand en klei........	3.—	
Suiker, Organische stoffen.	19.8,	waarvan 2.63 proteïne-stoffen.
Potasch en soda zouten.	1.33	
Water...............	40.—	
	100.— [1]	

Stammer [2]) onderzocht voornamelijk de schuimaarde op hare mestwaarde, met het oog op een gehalte aan magnesia. Wij geven deze resultaten hierbij als eene merkwaardige bijdrage ter beoordeeling van de schuimaarde en de suikerverliezen, die daarbij plaats hebben. A en B zijn persfabrieken, C werkt met diffusie. De schuimaarde stamt af van de eenvoudige scheiding, vermengd met een weinig carbonatatieschuim. 100 deelen versche, zoo van de pers genomen, schuimaarde bevatten:

	A	B	C
Water.............	58.14	54.02	57.9
Suiker............	4.66	24.57	4.57
Organische stoffen......	18.94		15.23
daarin als stikstof	1.05	1.1	0.51
Koolzuur...........	2.84	3.5	3.75
Zwavelzuur..........	0.15	0.25	0.13
Chloor.............	0.03	—	0.03
Phosphorzuur.........	1.34	1.67	1.83
Kalk..............	10.4	11.48	12.6
IJzeroxyd...........	0.5	0.57	0.5
Magnesia........	1.05	1.1	1.52
Alcaliën............	0.24	0.25	0.53
Zand..............	1.54	2.44	0.78
	99.83	99.85	99.37

J. Thiele [3]) gaf nog nadere analysen op van schuimaarde uit verschillende fabrieken en verschillende bewerkingen. Wij laten hier de resultaten volgen. Gevolgtrekkingen heeft de onderzoeker niet gemaakt.

Het meeste belang wordt echter gesteld in het verlies aan suiker in de schuimaarde, en men onderzoekt dit op de volgende wijze. Zie ook blz. 207 e. v.

[1]) Zeitschrift 1865 S. 237.
[2]) Zeitschrift 870 S. 1309.
[3]) Zeitschrift 1872 S. 103.

ANALYSE VAN SCHUIMAARDE.

BESTANDDEELEN.	Persen. Oude scheiding: zonder carbonatatie.	Persen. Oude scheiding: met carbonatatie.	Diffusie. Troebele carbonatatie. niet uitgeloogd.	Diffusie. Troebele carbonatatie. uitgeloogd.	Centrifugen. Troebele carbonatatie. niet uitgeloogd.	Centrifugen. Troebele carbonatatie. uitgeloogd.	Mackerbeeren. Troebele carbonatatie. niet uitgeloogd.	Mackerbeeren. Troebele carbonatatie. uitgeloogd.
In zoutzuur oplosbaar. Water	37.35	34.86	46.87	48.56	48.45	56.12	48.16	53.54
Koolzure-kalk	6.25	9.85	28.43	28.09	26.8	25.78	29.25	25.74
Kalk (CaO)	10.31	11.68	7.28	6.85	3.68	2.1	0.47	0.36
Oxalzure-kalk	4.12	2.88	1.62	1.6	1.57	0.91	0.02	0.02
Phosphorzure-kalk	5.48	4.25	0.91	0.88	0.69	0.53	2.02	1.25
〃 ijzeroxyd	2.37	3.—	1.86	1.76	1.07	0.78	1.08	1.05
Magnesia	1.24	0.88	0.09	0.07	0.04	0.03	0.3	0.4
Kalk aan geen bepaald organisch zuur gebonden	5.5	4.9	7.04	6.27	2.33	1.93	1.81	2.48
Zwavelzure kalk	0.18	0.27	0.51	0.42	0.26	0.14	0.36	0.28
Alcaliën	0.07	0.27	0.06	0.02	0.09	0.06	0.05	0.05
Org. niet nader bepaalde stoffen	7.66	11.63	2.2	2.94	7.59	5.92	5.78	6.48
Suiker	3.5	2.26	2.5	1.38	3.3	1.44	1.72	0.76
In zoutzuur onoplosbaar. Anorganische stoffen	1.3	1.82	0.09	0.14	0.58	0.5	2.28	2.—
In zoutzuur onoplosbaar. Organische 〃	14.67	11.65	0.54	1.02	3.85	3.76	6.7	5.59
	100.—	100.—	100.—	100.—	100.—	100.—	100.—	100.—
Stikstofgehalte	1.08	0.1	0.1	0.16	0.28	0.28	0.82	0.5
= eiwit	6.75	0.63	0.63	1.—	1.75	1.75	5.14	3.12

a. Waterbepaling. 10 à 100 g. schuimaarde worden in eenen drogen luchtstroom, dien men vooraf door potaschloog laat strijken, bij 105° C. gedroogd. De gewone waterbepaling echter kan ook in de droogstoofjes bij 100° C. uitgevoerd worden.

b. Suiker en kalkbepaling. Men weegt 50 g. van het versche schuim af en mengt die in een mortier met c^a 100 g. heet water, zoodat men eene gelijkmatige brij verkrijgt. Vervolgens leidt men er een stroom koolzuurgas door, totdat de reactie genoegzaam neutraal is. Men heeft dan een mengsel van water, schuimaarde en geabsorbeerd koolzuur, dat men tot het kookpunt verhit en waarvan men vervolgens nauwkeurig het gewicht bepaalt.

Nu filtreert men en polariseert het filtraat, waarvan men de suiker in 100 deelen opgeeft zonder het residu op den filter uit te wasschen. De polarisatie moet zeer nauwkeurig uitgevoerd worden en komt overeen met de voor de pulpe-analyse opgegeven regels. Ook hier kan men het spec. gewicht als 1.— aannemen en de grammen suiker, hetzij direct aflezen bij Wild, of berekenen voor de kleurpolarisatie-instrumenten. Hierna wascht men het residu schoon uit, droogt en weegt.

Men noemt dit de „koolzure kalk,“ omdat het grootste gedeelte uit deze stof bestaat. Het gewicht B van dit praecipitaat vertegenwoordigt het onoplosbare gedeelte van het gewicht A, en trekt men nu dit gewicht af van A, dan houdt men als rest het gewicht der suikeroplossing, waarvan men reeds in 100 deelen het suikergehalte heeft bepaald. Eene eenvoudige vergelijking leert ons nu de hoeveelheid suiker kennen in de oplossing en dus ook in de afgewogen 50 g. schuimaarde. De formule is

$$\frac{A - B}{100} \cdot p,$$

waarbij p de hoeveelheid suiker in 100 deelen der vloeistof beteekent. Men ziet hieruit duidelijk, dat men het waschwater niet bij het eerst doorgeloopene vocht moet voegen. Het getal, dat men verkrijgt uit bovenstaande berekening, vermenigvuldigd met 2, geeft het suikergehalte in 100 deelen schuimaarde te kennen.

Deze geheele bepaling kan men in eenige uren uitvoeren; alleen vordert de uitdroging van de koolzure-kalk veel tijd, voor zij geheel droog is. [1])

Voorbeeld: Schuimaarde van de gewone défècatie. 10 g. gaven in een zuiveren luchtstroom 4.23 g. residu of 42.3 % droge stof of 57.7 % water.

50 g. met water vermengd, gecarbonateerd en gekookt A = 277.7 g. De gefiltreerde oplossing (zonder afzoeting) gaf eene afwijking van

[1]) Zie Stammer, Traité complet de la Fabrication du sucre. Paris. Lacroix.

6.56 in den saccharimeter Duboscq-Soleil, hetgeen overeenkomt met (6.56 × 1.635) 1.07 %.

Het precipitaat (koolzure kalk), afgewasschen en gedroogd, woog 17 g., dus de vloeistof 277.5 − 17 = 260.5 g. De hoeveelheid suiker bedraagt dus 2.78 gram voor 50 g. schuimaarde.

Het resultaat is alzoo:

Water in 100 deelen schuimaarde.	57.7 %
Suiker 〃 〃 . 〃 〃	5.56 〃
Koolzure kalk	34. 〃
Suiker in 100 deelen koolzure kalk	16.3
〃 〃 〃 〃 werkelijke droge stof. . . .	13.1

De voorgaande wijze vordert veel tijd en omslag, hoewel men er zeer vertrouwbare resultaten meê verkrijgt. Om tijd te sparen kan men volgens Sidersky, met vermijding van de waterbepaling, als volgt handelen:

50 g. versche schuim, vooraf goed dooreen gemengd, worden zonder verlies in een niet te grooten (inwendig verglaasden) mortier gespoeld, met den stamper fijn gemaakt en dan met behulp der spuitflesch en trechter, in een maatflesch van 200 cM³ overgebracht. Nu doet men er eenige druppels phenolphtaleïn bij en zooveel azijnzuur tot de roode kleur na krachtig omzwaaien even verdwijnt. De suiker is dan in vrijheid gesteld en het hoofdbestanddeel de koolzure-kalk nog niet ontleed, bevindt zich als onoplosbare stof op den bodem van het fleschje.

Na toevoeging van 5 cM³ lood-acetaat tot klaring, wacht men 10—15 minuten, om het schuim tijd te geven te verdwijnen, vult dan tot de streep, schudt door, filtreert en polariseert. Bij de opgegeven gewichts- en maathoeveelheid, zijn de afgelezen graden (Soleil-Ventske), zonder omrekening, dadelijk de percenten suiker in versche schuim.

Deze berekening baseert zich op de volgende overweging. Het gewone persschuim der ruw-suikerfabrieken bevat in verschen toestand gewoonlijk 50 percent in water onoplosbaar koolzuur-calcium. Neemt men het specifiek gewicht van deze stof = 2.9, dan vullen de 25 g. koolzuur-calcium in de afgewogen 50 g. eene ruimte van 8.62 cM³ (2.9 : 1 = 25.0 : x).

Om het 200 cM³ fleschje op te vullen, heeft men dus geen 200 cM³ vloeistof, maar 200—8.62 = 191.38 cM³, die de 50 g. aanwezige suiker in oplossing houden.

Om bij gebruik van een 200 cM³ fleschje zonder meer direct, de gewichtspercenten op een Ventske-toestel af te lezen, zou men het dubbele normaalgewicht moeten afwegen, dus

$$26.048 \times 2 = 52.096 \text{ g.},$$

doch voor de berekende 191.38 cM³ slechts 49.85 g.

$$\text{immers } 200 : 52.096 = 191.38 : x$$

$$x = 49.85 \text{ g.}$$

In plaats van dit getal, kan men gerust 50 g. afwegen zonder een belangrijke fout te maken, (zelfs bij een verschil van 10 % in koolzure-kalk en bij 5 % suikergehalte zou de fout slechts 0.05 % bedragen).

Voor de bepaling van phosphorzuur, kali en stikstof, zie men het artikel „k u n s t m e s t s t o f f e n", blz. 207 e. v.

De schuimaarde in de raffinaderij bestaat in hoofdzaak uit fijn beenzwart, bloedkoek, organische stoffen, suiker, kalk en water.

Voornamelijk is het suikergehalte van belang en bepaalt men vaak ook het watergehalte.

De bewerking is voor het water gelijk aan alle waterbepalingen. Men weegt 5 à 10 g. af, droogt bij 100° C, tot het gewicht constant blijft en noteert het verlies als water. Deze schuimaarde bevat 35—45 % water.

Het suikergehalte bepaalt men door 2 à 3 maal het normaalgewicht met warm water in een mortier fijn te wrijven en op eenen filter te gieten, dien men in een filtreer-statief heeft gezet boven een fleschje van 100 cM³. Reeds dadelijk voegt men een klaarmiddel in het fleschje (aluinaardehydraat klaart het best) en doet zoo lang water op den filter, tot het doorloopende vocht tot aan de streep komt. Men neemt nu het fleschje weg en zet een tweede leeg fleschje van 100 cM³ er onder, dat men nogmaals vol maakt. De eerste oplossing schudt men door, filtreert en polariseert De afgelezen graden, gedivideerd door 2 of 3, geven direct gewichtspercenten suiker in de schuimaarde aan. Het tweede filtraat bevat meestal slechts sporen en dient hoofdzakelijk om te zien of bij de eerste uitlooging wel al de suiker verwijderd is. Mocht echter ook hier nog eene afwijking van het polarisatievak plaats vinden, dan telt men de 1e aflezing bij de 2e aflezing en deelt dan de gevonden graden door 2 of 3.

V o o r b e e l d: 49.05 g. schuimaarde gaven in de 1e 100 cM³ oplossing eene afwijking van 5.7 %. Wij namen de 3-voudige normaalhoeveelheid, het suikergehalte is dus 1.9 %. In het 2e fleschje was de afwijking = 0.6 %. Het totaal zou dus zijn

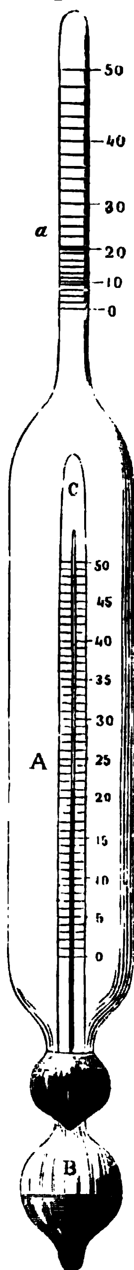
$$\begin{array}{r} 5.7 \\ 0.6 \\ \hline 3 \,\big|\, 6.3 \\ \hline 2.1 \end{array} \text{ \% suikerverlies.}$$

DE SPOELWATERS DER BEENZWARTFILTERS.

Voornamelijk in de raffinaderij is het bij de belangrijke hoeveelheid beenzwart, die men daar voor de ontkleuring gebruikt, van gewicht, de spoelwaters nauwkeurig na te zien. Bij het afwasschen toch wordt zeer veel water gebruikt, en er is dus gelegenheid te over voor belangrijke verliezen. Aan den anderen kant echter moet men niet vergeten, dat deze

spoelwaters eene goede portie organische en anorganische stoffen, die het zwart uit de suikersappen heeft opgenomen, oplossen en zoo opnieuw door de fabriek voeren. Somtijds kan het van belang zijn, zich een gering suikerverlies te getroosten om geen grooter verliezen door het zure spoelwater te hebben. De organische zuren toch vormen zich ondanks de kalk in deze dunne suikeroplossingen zeer sterk en wel zoolang, tot zij alle suiker hebben omgezet.

Fig. 94.



Voor te groote suikerverliezen behoedt men zich, wanneer men gebruik maakt van zeer nauwkeurige areometers of van den waterweger, die het in nauwkeurigheid van alle andere wint. Fig. 94 stelt den waterweger voor. Het is een densimeter met ingesloten thermometer, waarvan de schaal op ongelijke afstanden overeenstemt met de temperatuur. Water van 0 graden zinkt bij eene warmte van 45° C. tot het punt 45, terwijl het instrument bij eene lagere temperatuur ook lager aanwijst. Is nu het spoelwater b. v. zoover, dat men het wil laten wegloopen, dan dompelt men den waterweger in de vloeistof en ziet of hij 0 aanwijst bij de heerschende temperatuur — stel 25° C. Nu kan men den arbeider, met het toezicht der kranen belast, zeggen of hij het zoo reeds moet laten wegloopen, of dat de waterweger 10- 15- 20° of den normalen graad moet aanwijzen. Constateert men nu op elk dezer punten het gehalte aan suiker in het spoelwater, dan vindt men daardoor nagenoeg het verlies, dat men bij het spoelen der filters aan suiker lijdt.

Hiertoe dampt men 10 liter spoelwater tot op een volume van 500 cM³ af, bepaalt het specifiek gewicht en polariseert op de voor pulpe en snijdsels aangegeven wijze. Hieruit vindt men de grammen suiker in de 500 cM³ en dus ook in de oorspronkelijke 10 liter. Daar het spoelwater als zoodanig = 1 kan aangenomen worden, is het niet moeilijk het verlies in percenten op te geven.

V o o r b e e l d: 10 liter spoelwater tot 500 cM³ ingedampt, gaven een spec. gewicht van 1.021 en 100 cM³ der ingedampte stof polariseerden 12 g. In 500 cM³ waren dus 60 g., die ook in de 10 liter aanwezig waren

$$10.000 : 60 = 100 : x$$

$$x = 0.6 \%$$

of in andere woorden: op 100 liter spoelwater gaat 0.6 K.G. suiker verloren.

Op gelijke wijze onderzoekt men het laatste afloopwater der diffusieketels en alle andere dunne vochten.

Bij de analyse van beenzwart, zie blz. 262, noot, spraken we van kalk, aan geen anorganisch zuur gebonden. Om het effect der vernieuwing van beenzwart te leeren kennen, mag het volgende hier eene plaats vinden, dat met het bovenstaande meer of minder in verband staat. Wij herinneren hierbij aan hetgeen wij over de werking van het beenzwart hebben meêgedeeld.

Wanneer men het versche nieuwe zwart geruimen tijd met zuiver water heeft uitgeloogd, dan bevat ten laatste het water geen opgeloste stoffen meer; het verdampt, zonder iets achter te laten. Filtreert men nu over dit zwart eene suikeroplossing [1]) zoo lang, tot de absorbeerende werking voor kleurstoffen minder wordt, en spoelt men de suikeroplossing af, tot het laatste water geen suiker meer bevat, droogt en gloeit men vervolgens, dan zou men kunnen vooronderstellen, dat het zwart volkomen vernieuwd was, omdat de gloeiing het restant organische stoffen moest hebben vernietigd. Kookt men nu echter dit zwart opnieuw en wel met ammoniahoudend water of met zuiver water, dan bevat het filtraat steeds anorganische en organische stoffen, en wel het meest, wanneer men met ammoniahoudend water heeft gekookt. Onderzoekt men dit afkooksel nauwkeurig, dan vindt men daarin steeds meer of minder sporen van kalk, zwavelzuur, en vooral van organische stoffen, die meestal stikstofhoudend zijn.

Onderzoekt men op dezelfde wijze het gebruikte zwart der fabrieken en raffinaderijen, dan vindt men vaak belangrijke hoeveelheden dezer stoffen. Hieruit blijkt dat het effect der vernieuwing niet volkomen bereikt wordt en dat daaruit de afnemende werking van het gebruikte beenzwart verklaard moet worden.

Opmerkelijk is daarbij tevens, dat men in het gebruikte zwart altijd meer kalk vindt dan aan de gevonden mineraal-zuren gebonden kan worden gedacht, en verder, dat de theorie der ontkalking van het beenzwart door zoutzuur niet opgaat. Zie blz. 259. Heeft men nl. gevonden in het beenzwart 9 % koolzure kalk en wil men het op 7 % terug voeren, dan zou men volgens de theorie, voor de 2 % kalk 4 % zoutzuur van 20° B. moeten gebruiken. Neemt men nu in de zuurkuip ook op elke 100 K°. zwart 4 K° zuur en handelt men verder volgens de regels der praktijk, dan vindt men, dat het zuur vaak niet meer dan 1 à 1½ % van de kalk heeft verwijderd. De oorzaak van dit verschijnsel moet men zoeken in het voorkomen van organische kalkverbindingen, en nu is het juist de organische stof, die men in het afkooksel van het zwart vindt, die de organische kalkverbindingen vormt. [2])

---

[1]) B. v. diksap of klaarsel.

[2]) Aan Dr. Stammer zijn wij omtrent deze onderzoekingen veel verplicht. Hij was de eerste, die daarop de aandacht vestigde. Zeitschrift XX, S. 332.

Dat nu zuiver water meer en beter het beenzwart reinigt en dat heet water dit vooral beter doet dan het gewone gips- en kalkhoudende water der fabrieken, behoeft geen betoog. Voor de hand ligt het alzoo, dat men, door sterk en aanhoudend uitstoomen van het zwart, dit veel beter reinigt dan door het spoelen met koud of warm water in de beenzwart-waschkuipen, waarbij tevens, zoo het schijnt, meer of minder ammoniak gevormd wordt, dat zeer zuiverend op het zwart inwerkt.

De laboratorium-proeven, die wij in dit opzicht genomen hebben, leverden vooral bij het koken van het zwart met ammonia-houdend water, merkwaardige uitkomsten, en het ontkleuringsvermogen van oud gebruikt beenzwart werd door eene doelmatige behandeling met ammonia-houdend water zonder zoutzuur, en met matige gloeiing (eigenlijk scherpe droging) geheel gelijk aan nieuw beenzwart.

In Duitschland is men in dit opzicht reeds veel vooruit; men gebruikt daar in de beetwortel-suikerfabrieken het condensatie-water der verdampings-toestellen, dat ammonia bevat, en kookt in daartoe ingerichte ketels het zwart en droogt het zeer scherp. Hierdoor blijft het beenzwart meer in zijn normalen toestand en verliest het weinig van zijn *koolstof*, dit werkzaam bestanddeel van het beenzwart.

De te volgen handelwijze, om het zwart of liever het afkooksel te onderzoeken, vindt men op blz. 259.

XIX.

MELASSE POTASCH-KOOL.

De beetwortels nemen, zooals wij reeds vroeger aantoonden, uit den bouwgrond eene goede hoeveelheid alcaliën op en daaronder voornamelijk potasch. Hoewel een gedeelte dezer alcaliën in de ruwe suiker wordt afgeleverd, blijft toch het grootste gedeelte in de melasse terug. Deze melasse, waaruit men geen suiker meer kan kristalliseeren, bevat echter als doorsneê-resultaat nog de volgende stoffen:

Suiker	45	%
Glucose	2	"
Zouten	15	"
Water	17	"
Org. stoffen	21	"
	100.—	

De suiker wordt in de distilleerderij of branderij veranderd in glucose

en deze weer in alcohol, die, afgedistilleerd, een mengsel teruglaat van zouten, suiker en organische stoffen. Dit mengsel, drab, droesem of schlempe, wordt in daartoe vervaardigde ovens gegloeid en de organische stoffen worden verbrand. Het residu is de ruwe of onzuivere beetwortelmelasse potasch, waarin als hoofdbestanddeel koolzure-potasch voorkomt, en die daarvan 40 à 55 % bevat. Van de oorspronkelijke melasse zouden ca 10 % aan ruwe potasch verkregen worden.

De eindsiropen, die in de beetwortel-suikerfabrieken ten slotte resulteeren, de zoogenaamde biet-melassen, worden, voor zooverre deze niet op suiker met een der nieuwere wijzen: als strontianiet, élutie, substitutie, droge kalkscheiding, worden verwerkt, grootendeels aan spiritusbranderijen voor alcohol-distillatie verkocht.

Na de gisting en distillatie blijft in de distilleerketels eene rest, de z.g. schlempe of schlam, over, waarin al *die* stoffen der bietmelasse bijeen en opgelost zijn, die bij het branderijproces geen omzetting of vervluchtiging hebben ondergaan; hierbij zijn natuurlijk al de zouten der melasse, die grootendeels uit potasch verbindingen bestaan.

De verkrijging dezer potaschzouten is dus het doel der schlempebranding, waarbij eene poreuse kool achterblijft, die grijs of zwart gekleurd, in te zamen gebakken grofstukkige zoutmassa's, als melassepotaschkool in den handel gebracht wordt en in chemische fabrieken op zuivere potasch-preparaten verwerkt worden. De handelswaarde wordt hoofdzakelijk bepaald door de hoeveelheid koolzure-potasch, die door de verbranding der organischzure-potaschzouten ontstond; van mindere beteekenis zijn chloor-potassium, potassium-sulfaat en kleine hoeveelheden potassium-phosphaat. Dan bevat de kool nog koolzuresoda, eene afwisselende hoeveelheid vocht, kool, zand en klei.

In Handels Laboratoria wordt bij een melasse-kool analyse opgave van alle stoffen gevraagd en daar deze met de onderzoeking van Asch zie blz. 209 gelijkluidend is wordt dus hieronder op verschillende plaatsen naar het daarbij aangevoerde verwezen.

Een voorbeeld aan het slot verduidelijkt de geheele analyse.

De eigenschap van het hoofdbestanddeel, koolzure-potasch, om met groote begeerte water aan te trekken uit de lucht, noopt tot een spoedig werken bij het trekken van het monster, menging en stamping, een goede sluiting en ten slotte een zoo spoedig mogelijke afweging der stof, zonder aan de nauwkeurigheid afbreuk te doen.

1. Waterbepaling.

10 g. worden in een filter droogglas (blz. 272) bij 110° C. tot gewichtsovereenstemming gedroogd.

2. Koolzuurbepaling.

2 à 2.5 g. worden in Geisler's toestel met salpeterzuur ontleed

uit het gewichtsverschil verkrijgt men volgens blz. 155 de hoeveelheid koolzuur.

3. In water oplosbare rest.

20 g. worden in een porceleinen schaal met ongeveer 250 cM^3 heet water overgoten en korten tijd op een kokend waterbad verwarmd De verkregen oplossing wordt heet gefiltreerd door een van te voren gedroogden en gewogen filter in een literflesch. Wascht, nadat de koolachtige rest zonder verlies op den filter gebracht is, met kokend water volkomen schoon, droogt bij 110° C. en weegt na afkoeling in een gesloten glaasje. Het meerdere gewicht is de onoplosbare rest.

Het afgekoelde filtraat tot 1000 cM^3 verdund, wordt goed dooreengeschud en dient voor de volgende onderzoekingen. Men lette er op dat, bij het toevoegen van een zuur, een sterke koolzuurontwikkeling ontstaat, en men dus door doelmatige keuze der flesschen, of wel door het bedekken der bekerglazen, een verlies van rondspringende deeltjeoplossing moet voorkomen.

4. Choorbepaling.

Bij 50 cM^3 van het filtraat = 1 g. stof, voege men, ter neutralisatie van de sterk alcalische vloeistof, allereerst verdund salpeterzuur en titreert daarna met $\frac{1}{10}$ normaal salpeterzuur-zilveroplossing. zooals op blz. 159 is aangegeven; 1 cM^3 = 0.00354 g. chloor of ook 0.00744 g. chloor kalium. Door het aantal cM^3 zilveroplossing met een dezer factoren te vermenigvuldigen, verkrijgt men de hoeveelheid chloor of chloor-kalium in 1 g. stof.

5. Zwavelzuur.

Bij 300 cM^3 (= 6 g. stof) voegt men zoutzuur tot sterk zure reactie, verhit tot kookpunt en slaat dan het aanwezige zwavelzuur door chloor-barium neer. Vergelijk voor de verdere behandeling blz. 157 en 214, barium-sulfaat × 0.3432 = de in 6 g. voorhanden hoeveelheid zwavelzuur-anhydrid.

6. Phosphorzuur.

Bij 300 cM^3 voegt men, na vooraf met salpeterzuur sterk aangezuurd te hebben, molybdeenzure-ammonia, waardoor phosphorzuur wordt geprecipiteerd. De neerslag wordt geheel behandeld volgens het voorschrift bij kunst-meststoffen, blz. 187, aangegeven. Het gewicht van het ten slotte resteerende magnesia-pyrophosphaat, vermenigvuldigd met den factor 0,6393, geeft de hoeveelheid P_2O_5 in 6 g. melassekool.

7. Kali en Natron.

100 cM³ = 2 g. stof in een 1/4 liter flesch gevuld, worde met zoutzuur geneutraliseerd en tot het kookpunt verhit. Nu voegt men, zonder de geringste overmaat, zooveel chloor-barium toe, als er zwavelzuur aanwezig is, uit het resultaat van 5 kenbaar, laat afkoelen en vult, zonder op het neerslag te letten, tot de streep met water aan. Mengt en filtreert door een drogen filter in een droog glas. In 50 cM³ van het heldere filtraat = 0.4 g. kool, bepaalt men kali volgens hêt voorschrift bij kunst-meststoffen aangegeven blz. 191. Het gewicht van het ten slotte resulteerende kalium-platina-zout vermenigvuldigd met 0.194, geeft het gehalte aan kali in 0.4 g. melassekool.

De hoeveelheid natron leert men kennen uit de sub 2 gevonden hoeveelheid koolzuur; wat hierin niet aan kali gebonden is, was aan natron gebonden en wordt door vermenigvuldiging met factor 2.4117 op soda-carbonaat omgerekend.

De omrekening en opstelling der analyse is vrij eenvoudig. Het gevonden chloor en alle zuren worden aan kalium gebonden gedacht; ten laatste het koolzuur, welks rest, zooals zoo even gemeld, aan natrium gebonden is. De factoren vindt men op blz. 217. Het gehalte aan vocht en onoplosbaar worden onveranderd opgesteld.

Voorbeeld: Na vermenigvuldiging der verkregen analytische cijfers met de overeenkomstige factoren, werd in 100 deelen eener melassekool gevonden:

3.660	g.	water.
17.820	"	onoplosbaar.
18.460	"	koolzuur.
9.260	"	chloor.
2.320	"	zwavelzuur.
0.116	"	phosphorzuur.
41.522	"	kalium-onid.

9.260 g. chloor × 2.1035 = **19.478** g. chloorkalium.

Het verschil tusschen de beide getallen 19.478 -- 9.260 = 10.218 kalium, geeft door vermenigvuldiging met factor 1.2045 de daarmee overeenkomstige hoeveelheid kali:

10.218 × 1.2045 = 12.308 g. kali.

Verder geeft 2.320 g. zwavelzuur × 2.1773 = **5.051** g. zwavelzuur-kalium.

0.116 g. phosphorzuur × 2.9903 = **0.347** g. phosphorzuur-kalium.

Hieruit berekent men (volgens blz. 217)

5.051		0.347.
— 2.330	en	— 0.116.
2.731	+	0.231 = 2.962 g. kali.

Dit bedrag wordt vermeerderd met het boven verkregen gehalte, uit het chloorkalium berekend: 2.962 + 12.308 = 15.270 en van de totale

hoeveelheid kali afgetrokken: 41.522 — 15.270 = 26.252, geeft als rest de hoeveelheid die men aan koolzuur gebonden rekent. Hiervoor gebruikt men den factor 1.4668.

26.252 × 1.4668 = **38.506** g. koolzure kali,

en hierin 38.506
— 26.252
= 12.254 g. koolzuur.

Trekt men dit getal van de geheele hoeveelheid koolzuur af:

18.460
— 12.254
dan rest 6.206 g. koolzuur,

om aan natrium gebonden te worden.

Hiervoor dient ons factor 2.4117.

6.206 × 2.4117 = **14.967** g. koolzuur natrium.

De onderzochte melasse-kool heeft dus de navolgende samenstelling (op 2 decimalen afgerond.)

38.51	%	koolzure kalium.
19.48	„	chloor „
5.05	„	zwavelzuur „
0.35	„	phosphorzuur kalium.
14.97	„	koolzuur natrice.
17.82	„	in water onoplosbare stoffen.
3.66	„	water.
0.16	„	verlies.
100.—	%	

Als gewone technische analyse kan men in vele gevallen ook de maat-analyse toepassen en volgt daartoe de volgende, door Descroiselles en Gay-Lussac aangegeven methode:

Nu is het voor den fabrikant van belang te weten, hoeveel zijne ruwe potasch aan koolzuur bevat, en daartoe zijn de volgende onderzoekingen voor de praktijk voldoende.

Hiervoor heeft men noodig eene getitreerde vloeistof of een proefzuur (50 cM³ = 5 g. koolzure-soda), die men als volgt bereidt:

a. 60 g. geconcentreerd zwavelzuur worden met 500 cM³ of 120 g. met 1000 cM³ water vermengd, waarna men laat afkoelen.

b. Men weegt 5 g. watervrije zuivere koolzure-soda nauwkeurig af, doet ze in eene flesch, lost ze in ca 200 cM³ water op en kleurt de oplossing met eene afgemeten hoeveelheid (1 à 2 cM³) violette lakmoestinctuur (zie bereiding bladz. 130) blauw.

c. Men vult nu een 50 cM³ buret tot het nulpunt met het afgekoelde verdunde zuur en laat dat bij de soda-oplossing loopen tot het verzadigingspunt (zie later). Deze proef doet men twee maal.

d. Men maakt nu het proefzuur zoo, dat 50 cM³ juist 5 g. koolzuresoda verzadigen. Heeft men bij *c* voor 5 g. 40 cM³ zuur gebruikt, dan moet men op elke 40 ruimtedeelen nog 10 deelen water bij-

voegen. Het nu gestelde zuur moet men echter *altijd nog eens probeeren.*

Het zuur bewaart men in goed sluitende flesschen, die vóór elke proefneming omgeschud moeten worden. Het kan dienen voor soda, potasch en de caustische alcaliën. Het geeft in het aantal der verbruikte halve cM^3, het gehalte der caustische of koolzure alcaliën dadelijk in percenten aan, wanneer men eene, aan 5 g. koolzure-soda aequivalente hoeveelheid daarvan afweegt.

Deze hoeveelheid is voor

50 cM^3	proefzuur	= 5.—	g.	natrium-carbonaat
50 „	„	= 2.025	„	natrium
50 „	„	= 6.519	„	koolzure-potasch
50 „	„	= 4.443	„	potasch.

Neemt men dus van eene ruwe potasch 6.519 g., dan zijn de verbruikte cM^3 zuur, gedivideerd door 2, de percenten koolzure-potasch in de ruwe.

Wat de uitvoering aangaat, moet nog het volgende opgemerkt worden:

1. *Bepaling van het verzadigingspunt.*

Caustische alcaliën leveren geen bezwaren op, koolzure echter veroorzaken eenige moeilijkheid door het vrijkomende koolzuur, dat de vloeistof wijnrood maakt. Op de volgende wijze kan men dit verhelpen.

Nadat men van het proefzuur zooveel bij de koude of vroeger verwarmde potasch- of soda-oplossing gevoegd heeft, dat de kleur wijnrood is geworden, verhit men met herhaald omschudden tot sterk koken, waardoor de kleur blauwer wordt, naarmate het koolzuur ontwijkt. Men druppelt nu bij de bijna kokende vloeistof weêr proefzuur, kookt nogmaals en treft zoo het punt der volkomen verzadiging, of juister, men kookt, tot er oververzadiging plaats heeft, die door eene geelachtige roode kleur der vloeistof aangetoond wordt.

2. *Bij potasch* moet men nog op het volgende letten.

De potasch bevat, behalve koolzure-potasch:

a. *neutrale zouten* (zwavelzure-potasch, chloorkalium).

b. *alcalisch reageerende zouten* (kiezelzure, phosphorzure potasch).

c. *in water onoplosbare bestanddeelen*, koolzure, phosphorzure en kiezelzure kalk.

De in *a* genoemde zouten zijn zonder invloed, niet de in *b* en *c* genoemde. De laatste kunnen door filtreeren verwijderd worden, die in *b* veroorzaken echter eene kleine niet te vermijden fout, wanneer men alleen het koolzure of caustische alcali bepalen wil.

Wil men niet alleen het gehalte in totaal leeren kennen, maar ook nazien of de in de potasch bijgemengde stoffen slechts vreemde zouten zijn of dat er water in aanwezig is, dan moet eene nauwkeurige waterbepaling er aan vooraf gaan.

De waterbepaling wordt als volgt uitgevoerd:

1. Men weegt nauwkeurig 10 g. in een bedekt ijzeren of platina-

schaaltje af, neemt het deksel weg en verhit geruimen tijd matig, tot al het water uitgedreven is (totdat een over het schaaltje gehouden glazen plaat niet meer beslaat), bedekt het schaaltje, laat in den exsiccator afkoelen en weegt. Het verminderde gewicht is gelijk aan het water, de decigrammen verlies zijn gelijk aan de percenten.

2. Door weging of meting.

Men kan het koolzuur-gehalte bepalen met den toestel van Fresenius, zie blz. 169, en de buizen met opgenomen koolzuur wegen, of ook kan men door den toestel van Dr. Scheibler, het volume koolzuur berekenen. (Zie blz. 96.)

XX.

GEBRANDE KALK.

(Calcium-oxyd, scheidingskalk.)

Wanneer de scheikundige samenstelling van de kalksteen, waaruit de gebrande kalk gevormd wordt, bekend is, kan men daaruit ook de samenstelling van deze kalk berekenen. Omdat de analyse van kalksteen veel eenvoudiger en het verkrijgen van een goed doorsneêmonster gemakkelijker is dan bij de scheidingskalk, die door aantrekking van vocht en koolzuur uit de lucht voortdurend verandert, zóo verdient deze wijze van berekening boven een directe analyse de voorkeur. 100 d. kalksteen geven zooveel gebrande kalk als na aftrek van het koolzuur van het geheele gewicht van de onderzochte kalksteen overblijft. (Zie blz. 234.)

Is echter zulk eene berekening onmogelijk, dus de onderzoeking van de gebrande kalk noodzakelijk, dan strekt die zich uit, behalve over de bepaling van het kalkgehalte, over het gehalte aan caustische-alcaliën, kiezelzuur en zand, ijzer-oxyd en klei, magnesia en zwavelzure kalk of gips. Gewoonlijk bevat de gebrande kalk, wanneer zij niet goed afgesloten bewaard is, nog water en wel in chemische verbinding als hydraatwater; in slecht gebrande of lang liggende kalk kan een bepaling van het daarin gebleven of opnieuw uit de omgevende lucht opgenomen koolzuur noodig worden.

Men verzekert zich vóór het onderzoek, of de kalk goed gebrand is. Rijkelijk met water overgoten, moet zij tot een gelijkmatige fijne brij, zonder harde stukken oplossen. Het calcium-oxyd verbindt zich daarbij onder sterke ontwikkeling van warmte tot calcium-oxyd-hydraat of

calcium-hydroxyd (kalk-hydraat). Eene te zwak of slechts gedeeltelijk gebrande kalk lost niet geheel op en laat brokken koolzure-kalk over, die, met zoutzuur bevochtigd, opbruisen; een te hard gebrande kalk lost slechts langzaam op, soms gedeeltelijk en soms in het geheel niet, en de overblijvende stukken bruisen niet op met zoutzuur. Men noemt haar in dezen toestand „doodgebrand".

Voor de onderzoeking wordt een goed doorsneêmonster in een vijzel tot fijn poeder gewreven. Om de kalk voor de inwerking van de lucht, voor aantrekking van water en koolzuur te behoeden, moet zij in een zeer goed sluitende flesch bewaard worden. Om dezelfde reden moeten de afzonderlijke wegingen zoo snel mogelijk uitgevoerd worden.

1. Bepaling van het hydraatwater.

In een vooraf uitgegloeiden en gewogen platinakroes weegt men 3 à 4 g. kalkpoeder af, verhit ongeveer 10 minuten boven een vlam tot het gloeit, laat in den exsiccator afkoelen en weegt weer.

Het gewichtsverschil geeft de voorhanden geweest zijnde hoeveelheid hydraatwater, welke hoeveelheid op 100 deelen omgerekend wordt.

2. Bepaling van het kiezelzuur en zand.

5 g. kalkpoeder roert men in een porceleinen schaal met 30 à 40 cM^3. water, voegt er wat zoutzuur bij, tot er een klare oplossing ontstaat en verdampt die op het waterbad; de geleiachtige rest droogt men in de droogstoof bij 110° C., tot zij geheel droog is. Het uit de voorhanden silicaten, door het branden van de kalksteen vrij en in water oplosbaar geworden kiezelzuur wordt daardoor weer onoplosbaar. De inhoud der schaal wordt na het afkoelen met zoutzuur bevochtigd, na eenige rust met ongeveer 100 cM^3. kokend water overgoten en gefiltreerd. Het filtraat wordt tot verdere bepalingen weggezet en de zich op den filter bevindende, uit kiezelzuur en zand bestaande rest zorgvuldig uitgewasschen, gedroogd, gegloeid en gewogen.

Wil men het kiezelzuur afzonderlijk opgeven, dan brengt men de juist gewogen gloeirest zonder verlies in een porceleinen schaal, overgiet die met matig geconcentreerde kali-loog en verhit een tijdlang op het kokende waterbad. Terwijl het afgescheiden kiezelzuur een in water oplosbaar kiezelzuur-kali vormt, blijft het zand onopgelost achter, men verdunt de oplossing met warm water, filtreert, wascht uit, droogt, gloeit en weegt. Het verschil tusschen de beide wegingsresultaten is gelijk aan het gewicht van het kiezelzuur.

Voorbeeld: 5 g. kalk werden opgelost:

Kroes met kiezelzuur en zand	22.546 g.
Kroes en filterasch..........	22.245 „
Kiezelzuur en zand..........	0.301 g.

Na de behandeling met kaliloog:

Kroes met asch (zand)	22.318 g.
Kroes- en filterasch	22.245 „
Zand	0.073 g.
Kiezelzuur en zand	0.301 g.
Zand	0.073 „
Kiezelzuur	0.228 g.

$5 : 0.228 = 100 : x$

$x = 4.56$ perc. kiezelzuur

$5 : 0.073 = 100 : x$

$x : 1.46$ % zand.

Het in het begin verkregen zoutzure filtraat met het uitwaschwater, verdunt men tot op 250 cM³. (= 5 g. kalk) en gebruikt dat voor de volgende bepalingen.

3. Bepaling van ijzer-oxyd en klei.

Men meet 50 cM³. van de boven verkregen vloeistof af (= 1 g. kalk) en doet juist als in hoofdstuk XI 3, blz. 236 is aangegeven.

4. Bepaling van de kalk.

a. Gewichtsanalyse. Uit het bij 3. verkregen filtraat, slaat men de kalk neer door ammonium-oxalaat, nadat men eerst met azijnzuur aangezuurd heeft (filtraat en waschwater zijn voor de bepaling van magnesia 5). De neerslag en verdere behandeling doet men juist als XI 4, blz. 237.

Door vermenigvuldiging van het oxalzure-kalkgehalte met den factor 0.3836 krijgt men het gehalte aan calcium-oxyd.

Voorbeeld:

Glas + filter + inhoud	32.355 g.
Glas + filter	30.153 „
Oxalzure kalk	2.202 g.

$2.202 \times 0.3836 = 0.844687$ g. calcium-oxyd in 1 g. van de stof en geeft dus 84.47 %.

b. Maatanalyse. Men weegt op het schaaltje 2.798 g. (of ook juist genoeg 2.80 g.) kalkpoeder af, brengt het zonder verlies in een ruime porseleinen schaal, doet er eerst 150 cM³ water en dan met een pipet 100 cM³ normaalsalpeterzuur bij en verwarmt de vloeistof tot flink koken. Na afkoeling doet men er eenige druppels phenolphtaleïnoplossing bij en bepaalt de hoeveelheid der nog vrije niet aan de kalk gebonden zuren, door titreeren met normale natronloog tot de roode kleur komt. 1000 cM³ normaal-zuur [1]) zijn gelijk 27.98 g. calcium-

---

[1]) Zie over normaalzuur het hoofdstuk „soda".

oxyd; dus zouden 2.798 g. van 100 % (scheikundig zuiver) calcium-oxyd juist 100 cM³ normaalzuur noodig hebben om geneutraliseerd te zijn, terwijl de gelijke hoeveelheid van onzuivere kalk dus ook minder normaalzuur ter neutralisatie noodig heeft. Zoo zou b.v. na toevoeging van 100 cM³ normaalzuur bij 2.798 g. scheidingskalk van 80 % kalk-gehalte, slechts 80 cM³ zuur gebonden worden, 20 cM³ daarvan echter vrij blijven en bij het terugtitreeren nog 20 cM³. loog ter neutralisatie noodig hebben.

Men heeft dus slechts noodig, bij gebruikmaking van de boven voorgeschreven hoeveelheden (2.798 g. kalkpoeder en 100 cM³ normaalzuur) de verbruikte cM³ normaalloog van 100 af te trekken, om dadelijk het percent-gehalte aan calcium-oxyd van de onderzochte stof te weten te komen.

Voorbeeld: 2.798 g. kalkpoeder, met 100 cM³ normaal-salpeterzuur en 150 cM³ water gekookt, gebruikten na afkoeling nog 15.5 cM³ natronloog. De onderzochte kalk bevat dus 100 — 15.5 = 84.5 % calcium-oxyd.

c. Areometrische bepaling. Voor fabrieksdoeleinden voldoende, kan men het gehalte aan kalk in een kalkmelk door een eenvoudig wegen bepalen. Blattner [1]) heeft de volgende tabel uitgerekend, waaruit men naar de opgave van een areometer Beaumé, het kalkgehalte uit een gewone, uit niet te onzuivere kalk bestaande kalkmelk zonder verder rekenen zien kan.

Bij de bepaling van het volume-gewicht door middel van een areometer, geeft Blattner voor geconcentreerde kalkmelk de volgende voorschriften: men laat den areometer in de zich in een niet te nauwen cylinder bevindende kalkmelk zinken en begint den cylinder langzaam op de tafel rond te draaien, zoodat hij voortdurend zwak schudt. Zoodra de areometer niet meer zinkt, leest men af.

---

[1]) Zie Dingl. Polyt. Journ. 250, 464.

TABEL XXIII,

aangevende het gehalte aan kalk in kalkmelk.

(Temp. 15°.)

Graden Beaumé.	Gew. van 1 Liter Kalkmelk gram.	CaO in 1 Liter gram	CaO Gewichts %	Graden Beaumé.	Gew. van 1 Liter Kalkmelk gram	CaO in 1 Liter gram	CaO Gewichts %
1	1007	7.5	0.754	16	1125	159	14.13
2	1014	16.5	1.64	17	1184	170	15.00
3	1022	26	2.54	18	1142	181	15.85
4	1029	36	3.50	19	1152	193	16.75
5	1037	46	4.43	20	1162	206	17 72
6	1045	56	5.36	21	1171	218	18.61
7	1052	65	6.18	22	1180	229	19.40
8	1060	75	7.08	23	1190	242	20.34
9	1067	84	7.87	24	1200	255	21.25
10	1075	94	8 74	25	1210	268	22.15
11	1083	104	9.60	26	1220	281	23.03
12	1091	115	10.54	27	1231	295	23.96
13	1100	126	11.45	28	1241	309	24.90
14	1108	137	12.35	29	1252	324	25.87
15	1116	148	13.26	30	1263	339	26.84

Men kan zoo, door middel van een in tiende graden verdeelden areometer, het spec. gew. tot op 0.1 à 0.3° Beaumé het door direct wegen gevondene nabij komen. Brengt men alleen den areometer in de kalkmelk, dan blijft hij steken waar men wil en men kan even goed 23° als 30° aflezen. Bij dunne kalkmelk is die behandeling niet noodig; men moet daarbij juist snel aflezen, daar men anders door afscheiding van de kalk een te lagen graad krijgt.

5. Bepaling der magnesia.

Het bij 4 verkregen filtraat wordt, als bij XI, kalksteen 5, blz. 238 aangegeven is, behandeld.

6. Bepaling der zwavelzure-kalk.

Met 100 cM³. van het bij 1 verkregen filtraat (gelijk 2 g. kalk), doet men juist als bij XI kalksteen, 6, blz. 238 is aangegeven.

7. Bepaling der alcaliën.

Zie XI, 7, blz. 240 kalksteen.

8. Bepaling van het koolzuur.

Heeft zich bij de qualitatieve voorproef een gehalte aan koolzure-kalk vertoond, dan bepaalt men het koolzuur met den toestel van Geissler, (fig. 55 blz. 155). Men gebruikt 2 à 3 g. kalkpoeder, laat na de toevoeging van water en daardoor veroorzaakt verwarmen geheel afkoelen en zet den toestel dan in elkaar. De bepaling doet men juist volgens de op blz. 155 gegeven voorschriften.

Is het gehalte aan koolzuur zoo groot, dat het bij de opstelling der resultaten in aanmerking genomen moet worden, dan rekent men het eerst door den factor 2.273 tot koolzure-kalk om. Van dit getal trekt men het gewicht aan koolzuur af en krijgt als rest het bedrag aan calcium-oxyd, dat als carbonaat voorhanden was, en dus van het bij 4 verkregen gehalte caustischen kalk af te trekken is, daar die getallen het geheele gehalte aan kalk aangeven.

Voorbeeld: 25 g. kalkpoeder in het koolzuur-apparaat werden ontleed:

Apparaat voor de gasontwikkeling..........	90.527	gr.
" " " "............	90.507	"
Koolzuur..................................	0.020	gr.

2.5 : 0,020 = 100 : x.

$$x = \frac{0.020 \times 100}{2.5} = 0.80\ \%$$ koolzuur, waaruit men

0.8 × 2.273 = 1.818 % koolzure-kalk uitrekent. Dit gehalte is gelijk 1.818—0.80 of 1.018 g. calcium-oxyd, die van de geheele hoeveelheid kalk afgetrokken worden, zoodat eindelijk

84.47
— 1.02
83.45 % kalk

in de onderzochte kalk overblijven.

Al de volgens de beschreven methoden verkregen getallen schrijft men op de volgende wijze op:

De onderzochte gebrande kalk bevatte:

83.45	%	calcium-oxyd.
4.56	"	kiezelzuur.
1.92	"	zand.
2.66	"	ijzer-oxyd en klei.
2.22	"	magnesia.
0.62	"	gips (zwavelzure-kalk).
0.11	"	alcaliën.
2.54	"	hydraatwater.
1.82	"	koolzure-kalk.
99.90	%.	

XXI.

PRODUCTEN DIE UIT DE ONTSUIKERING DER MELASSE ONTSTAAN.

(Melasse-kalk, kalk-saccharaat, strontiaan-saccharaat, loogafval).

De verschillende wijzen waarop in het groot de suiker in gekristalliseerden toestand uit de melasse wordt verkregen, berusten allen op het beginsel, dat, de in verdunde oplossing aanwezige suiker, door kalk of strontiaan in eene onoplosbare verbinding wordt omgezet en het verkregen saccharaat van de zouten en organische stoffen op geschikte wijze te scheiden en schoon te maken.

Verschillend is de wijze waarop het saccharaat wordt verkregen, en dus ook de manier van zuivering.

Bij het kalk-procedé wascht men het verkregen kalk-saccharaat met koud water, vroeger met warm water en bij de Elutie met alcohol. Het laatste procedé is meerendeels verlaten en daarvoor de kalkscheiding volgens Steffen meer in gebruik genomen.

Bij de strontiaan-methode maakt men gebruik van verdunde oplossingen van strontiaan-hydraat. Bij al deze vloeistoffen blijven de nietsuikerstoffen in oplossing, die dus in de loog-afvallen teruggevonden worden.

Wordt het verkregen kalk-saccharaat in een suikerfabriek bij beetwortel- of rietsap verwerkt, dan wordt dit met water of dunsap aangeroerd en bij de scheiding van het sap gebruikt. Het strontiaan-saccharaat echter wordt alleen ontleed en de zeer zuivere suikeroplossing met het dunsap der fabriek vermengd.

Beide deze saccharaten kunnen echter ook direct op suiker worden verwerkt, zooals met het strontiaan-saccharaat reeds op groote schaal geschiedt.

De loog-afvallen vormen een meststof van veel waarde voor den landbouw, daar zij rijk zijn aan kali- en stikstofverbindingen.

A. Kalksaccharaat of suikerkalk.

Met den naam suikerkalk bestempelt men de gezuiverde producten van elke kalkmethode.

De scheikundige samenstelling is natuurlijk zeer verschillend, doch het onderzoek voor alle producten gelijk De vaste saccharaten worden vooraf met water tot een gelijkmatige brei, zeer dun gewreven. De vloeibare hebben deze bewerking niet noodig.

Het suikergehalte en de kalk bepaalt men direct in het saccharaat; voor de overige bepalingen ontleedt men het door saturatie met koolzuur, filtreert de koolzure-kalk af en onderzoekt het ingedampte filtraat „gesatureerd sap" volgens 2.

De verkregen cijfers worden met behulp der twee polarisatiën, zooals verder wordt aangewezen, op de oorspronkelijke stof teruggerekend.

1. ONGESATUREERDE SUIKERKALK.

a. Bepaling van het suikergehalte.

De bepaling van het suikergehalte door polarisatie van alle producten die vrije kalk bevatten, kan alleen geschieden wanneer vooraf de kalk onzijdig gemaakt is. Hiervoor gebruikt men in dit geval azijnzuur, dat onder vorming van kalk-acetaat de suiker vrij laat, waarbij men de werking van het zuur controleert door phenolphtaleïn.

In de nieuwzilveren schaal fig. 72 weegt men 15 à 20 g. saccharaat af, verdunt met weinig water en voegt, na vooraf eenige druppels phenolphtaleïn oplossing er bij gedaan te hebben, waardoor de inhoud der schaal rood gekleurd wordt, sterk azijnzuur zoo lang bij, tot de geheele ontleding en oplossing der kalkverbinding is geschied. De kleur verdwijnt als teeken dat er zuur genoeg bij is. De stof lost onder verwarming op en wordt donker gekleurd. Nu brengt men den inhoud der schaal zonder verlies met den dunnen waterstraal der spuitflesch, in een fleschje van 100 cM³ en neutraliseert de geringe overmaat van azijnzuur met eenige druppels natron-carbonaat-oplossing, tot een kleine troebeling van koolzure-kalk ontstaat en de vloeistof zwak rood gekleurd wordt. Is de oplossing afgekoeld, dan voegt men lood-acetaat bij, vult met water tot de streep, schudt goed door en filtreert door een drogen filter in een droog glas.

Gewoonlijk zijn de filtraten te donker voor de gewone kleur-instrumenten. Mochten zij ook voor de halfschaduw-toestellen te donker zijn, dan filtreert men over eenige grammen koolstof, welker bereiding reeds is opgegeven (zie blz. 307).

Voorbeeld: 20.7 g. suikerkalk, als voren behandeld, geven bij de polarisatie eene afwijking van 13.1° (200 mm. buis, instrument Soleil-Ventzke).

$$13.1 \times 0.26048 = 3.412 \text{ g. suiker}, \quad 20.7 : 3.412 = 100 : x$$
$$x = 16.48\ \%\ \text{suiker}.$$

b. Kalkgehalte.

Men weegt 5 à 10 g. suikerkalk af, spoelt in een ruime porceleinen uitdampschaal, verdunt tot ongeveer 150 cM³ met heet water en titreert na toevoeging van eenige druppels phenolphtaleïn, met normaalzuur, zooals bij de bepaling der alcaliteit blz. 304 is opgegeven.

Hiervoor gebruikt men normaal-salpeterzuur, dat een gemakkelijk oplosbare kalkverbinding vormt, en vindt het kalkgehalte (CaO) door vermenigvuldiging met den factor 0.028.

Voorbeeld: 7.4 g. suikerkalk hadden tot volledige ontkleuring 24.8 cM³ normaal-salpeterzuur noodig

$$24.8 \times 0.028 = 0.6944 \text{ g. calcium-oxyd}$$
$$7.4 : 0.6944 = 100 : x$$
$$x = 9{,}38\ \%\ \text{CaO}.$$

2. Het gesatureerde sap.

Men neemt van het goed dooreen gemengde saccharaat ca. 150 g. in een porceleinen mortier en wrijft met water tot eene gelijkmatige dunne brei, die in een ruime kookflesch van 1½ l. wordt gespoeld. Hiervoor gebruikt men gewoonlijk 400 cM³ water.

De dunne vloeistof wordt met koolzuur gesatureerd, dat de suikerkalk ontleedt en de suiker in oplossing brengt.

Het best ontwikkelt men het koolzuur uit marmerafval, dat men in kleine stukjes slaat en met verdund zoutzuur ontleedt. De toestel

Fig. 95.



van Kipp is hiervoor het doelmatigst, zie fig. 95. Men vult de marmerstukjes in den bal A en nadat de stop en kraan gesloten zijn, en de boventrechter door de kalkstukjes heen goed op zijn plaats is gebracht, vult men met verdund zoutzuur den ondersten bal geheel, den

bovenste slechts half; door den overdruk komt het zuur in den bal A, hier ontwikkelt het koolzuur, dat door de glaskraan naar de waschflesch B geleid, en van hier gewasschen in C komt; in B ziet men den gang der ontwikkeling door de passeerende gasblazen. C is een met chloor-calcium gevulden cylinder, om het gas te drogen. De saturatieflesch D' is voorzien van een guttapercha stop, met 2 boringen, waarin de gebogen gasleidingbuis tot in het midden der flesch reikt en een kleiner glasbuisje, door een gomelastiek buisje en klemkraan afgesloten. Wanneer men nu den toestel gereed heeft gemaakt, laat men eerst een krachtigen stroom koolzuur doorgaan, bij geopende klemkraan. Hierdoor ontwijkt de lucht, die nog in den toestel aanwezig is; nu sluit men de klemkraan en schudt de flesch D zoolang als nog koolzuur wordt opgenomen, zichtbaar aan het passeeren der gasbellen in B. Zoodra geen bellen meer door B gaan, is de saturatie geëindigd. Men sluit de glaskraan. Hierdoor ontstaat druk in den toestel; het verdunde zuur wordt in den trechter opgedrukt en de ontwikkeling houdt op. De figuur vertoont den toestel met gesloten glaskraan.

De flesch D wordt losgemaakt en op een waterbad met kokend water verhit, om het overtollige koolzuur te verwijderen, en daarna heet over een groot vouwfilter gefiltreerd.

Het filtraat wordt in een vlakke porceleinen schaal tot een dunne siroop ingedampt, wanneer daardoor nog een neerslag is ontstaan opnieuw gefiltreerd en na afkoeling als **gesatureerd sap**, tot de volgende onderzoekingen gebruikt.

a. Suikergehalte.

In een fleschje van 50 cM^3 wordt 20 g. nauwkeurig afgewogen en gepolariseerd op dezelfde wijze als op blz. 298 is opgegeven.

b. Water en nietsuiker.

Hiervoor weegt men 5 g. af en handelt er meê juist als op blz. 278 is aangegeven.

c. Zouten.

Ter bepaling der asch (zouten), heeft men in dit geval aan een eenvoudige verbranding niet genoeg en behoort men wel onderscheid te maken tusschen de in water oplosbare asch (koolzure, zwavelzure en chloor-alcaliën) en de onoplosbare asch (koolzure-kalk). Daartoe weegt men 20 à 25 g. sap af in een ruime platinaschaal, dampt zoo ver mogelijk in, en laat dan boven de vlam der gaslamp volkomen verkolen. Daar eene te sterke verhitting verdamping van de chloor-alcaliën veroorzaakt,

drage men zorg dat de schaal de donkere rood-gloeihitte niet overschrijdt. De hoog opgeblazen kool bevochtigt men met water en drukt met een kleine pistille fijn. Met weinig vooraf verwarmd water doormengd, filtreert men dit en de kool door een kleinen filter. In het filtraat heeft men de oplosbare zouten.

Na herhaald uitwasschen der kool, neemt men het filtertje met de kool en spreidt het eerste op een glasplaat uit en spoelt met de spuitflesch de kooldeeltjes in de platinaschaal terug. Ook kan men filter met kool in de platinaschaal leggen, drogen en verbranden, onder aftrek van de bekende hoeveelheid filterasch. Nadat op het waterbad de hoeveelheid toegevoegd water verdampt is, wordt de kool bij sterke gloeihitte verbrand. De overblijvende asch wordt met eenige druppels koolzure-ammonia bevochtigd en nogmaals gegloeid, om enkele deeltjes, die door de gloeihitte in calcium-oxyde zijn overgevoerd, tot koolzure-kalk te herleiden. Ondanks het uitwasschen der kool, bevat deze asch toch altijd nog eenige alcali-zouten; daarom trekt men ze nogmaals met een geringe hoeveelheid water uit, verzamelt op een klein filtertje, wascht goed uit en vereenigt dit filtraat met het vorige.

De filter wordt met den inhoud gedroogd en in een platinakroesje verbrand. De asch nogmaals met ammonium-carbonaat bevochtigd, gedroogd en tot zwakke gloeihitte gebracht, laat men in den exsiccator afkoelen en weegt. Het meergewicht is nu de kalk-asch. Het verzamelde filtraat bevat de alcali-zouten en wordt in een vooraf gewogen platina-schaal verdampt tot droog toe, zeer zwak gegloeid en na de afkoeling gewogen.

Voorbeeld: 25.43 g. gesatureerd sap leverden, volgens de voorgeschreven regels behandeld:

Platinakroes met kalk-asch	15.8782	g.
〃 ledig	15.7420	〃
Asch	0.1362	g.
Af voor filterasch	0.0020	〃
Kalkasch	0.1342	g.
Platinaschaal met alcaliën	66.1782	g.
〃 ledig	65.8762	〃
Alcaliën	0.3020	g.

$25.43 : 0.1342 \text{ g.} = 100 : x$

$x = 0.52$ % kalkasch.

$25.43 : 0.302 = 100 : x$

$x = 1.11$ % alcaliën.

3. Berekening der resultaten.

Wanneer men bij de polarisatie 22.80 % suiker en bij indamping

73.20 % water gevonden had, dan zou men de volgende samenstelling van het gesatureerd sap krijgen:

22.80 %	suiker
1.11 „	alcaliën
0.52 „	kalkzouten
2.37 „	organische stoffen
73.20 „	water
100.—	

Uit deze cijfers berekent men volgens blz. 231 den zuiverheidsfactor, de droge stof, die hier 100 — 73.2 = 26.80 % is.

100 deelen droge stof bevatten:	Op 100 deelen suiker komen:
85.10 suiker (zuiverheidsfactor)	—
4.14 alcaliën	4.87
1.94 kalkzouten	2.28
8.82 organische stoffen	10.39
100.—	

Neemt men aan dat de verhouding van suiker tot calcium-oxyd-vrije rietsuiker in het gesatureerde sap gelijk is als in het ongesatureerde saccharaat, dan rekent men de samenstelling van het laatste op de volgende wijze uit:

22.80 : 1.11 = 16.48 : x

(Suiker : alcaliën van het gesatureerde sap) = (suiker : alcaliën van het saccharaat).

x = 0.80 % alcaliën in het saccharaat.

Op dezelfde wijze vindt men:

22.80 : 0.52 = 16.48 : x

x = 0.39 % kalkzouten

22.80 : 2.37 = 16.48 : x

x = 1.71 % organische stoffen.

Resultaat van het saccharaat:

16.48 %	suiker
9.12 „	kalk (CaO)
0.80 „	alcaliën
0.39 „	kalk-asch
1.71 „	organische stoffen
71.50 „	rest (water en niet bepaalde stoffen)
100.— %.	

B. Strontiaan saccharaat.

Bij het onderzoeken van strontiaan-saccharaat kan men alle regels volgen die voor het onderzoek van kalk-saccharaat zijn opgegeven. Ook hier bepaalt men het suikergehalte in het ruwe saccharaat, volgens 1 a. blz. 331; het gehalte aan strontiaan hydro-oxyde door titreeren

met salpeterzuur volgens 1 b. bl. 331. 1 cM³ normaalzuur = 0.0516 g. strontium-oxyd. Daar echter alle berekeningen bij deze analysen op het gekristalliseerde strontium-oxyd-hydraat (of hydro-oxyd) gebaseerd zijn, en deze verbinding acht moleculen kristalwater bevat ($Sr(OH)_2 + 8 H_2O$) is de factor voor 1 cM³ zuur = 0.13245 g.

Het moleculair gewicht van deze verbinding is nu toevallig een getal, dat een aangename zeer vereenvoudigde berekening in de fabriekspraktijk toelaat. Men titreert namelijk niet met normaal-zuur, doch met ³/₄ normaal-zuur, dat men maakt door 750 cM³ normaal-zuur met 250 cM³ water tot een liter te verdunnen.

Volgens bovenstaanden factor wordt nu de titre van het zuur:

$$1000 : 132.45 = 750 : x$$
$$x = 99.34 \text{ g. strontium-hydro-oxyd.}$$

1 cM³ van het ³/₄ normaal zuur is dus = 0.09934 g., een getal waarvoor men in de fabriek gerust 0.1 kan aannemen. Weegt men 10 g. der stof af dan geven de verbruikte cM³ ³/₄ normaal-zuur directe gewichts-percenten gekristalliseerd strontium-hydro-oxyde aan.

Gesatureerd sap, samenstelling en berekening der resultaten als bij suikerkalk is opgegeven.

C. LOOG-AFVAL.

De caustische loog, die bij de zuivering van de saccharaten, als eene gele tot donkerbruine vloeistof van verschillende concentratie uit de filterpersen afloopt, bevat, naast geringe sporen suiker, het grootste gedeelte der organische en anorganische stoffen, die behalve suiker in de melasse voorkomen.

Van het meeste belang is het onderzoek op suiker, daar bij een of andere achteloosheid, belangrijke verliezen kunnen voorkomen en dus slechts in zeer geringe hoeveelheid mag gevonden worden. Men bepaalt ook droge stof, asch en specifiek gewicht.

Bij de strontiaan-ontsuikering mag de loog, na toevoeging van natriumcarbonaat geen troebeling (van koolzure-strontiaan) veroorzaken.

Wil men ten behoeve van den landbouw de waarde als meststof bepalen, dan moeten kali en stikstof volgens de regels bij het hoofdstuk kunstmeststoffen bepaald worden.

Bij de berekening worden de resultaten, omdat de loog niet gewogen maar gemeten wordt, als volume-percenten opgegeven. Wordt echter bij uitzondering eene opgave in gewichts-percenten verlangd, dan deelt men de volume-percenten eenvoudig door het specifiek gewicht der loog.

a. Specifiek gewicht.

Hiervoor gebruikt men het allerbeste den densimeter, daar de loog gewoonlijk zeer dun is; meest is zij tusschen 1.04 en 1.08. S. g.

b. Suikergehalte.

In een fleschje van 100 cM³ wordt 50 cM³ loog met een vulpipet gemeten, men voegt eenige druppels phenolphtaleïn bij, dan azijnzuur en natrium-carbonaat-oplossing, evenals bij de polarisatie van suiker-kalk, klaart met lood-acetaat, vult tot de streep, schudt sterk door en filtreert.

Voorbeeld: 50 cM³ eener loog, die een specifiek gewicht had van 1.0426, werden na vorenstaande behandeling gepolariseerd en gaven 6.6° afwijking (Soleil-Ventzke).

$$6.6 \times 0.26048 = 1.4587 \text{ g. suiker}$$

$$50 : 1.4587 = 100\ x$$

$$x = 2.9174 \text{ volume-percenten suiker}$$

$$\text{of } \frac{2.9174}{1.0426} = 2.80 \text{ gewichts-percenten.}$$

c. Water en nietsuikerstoffen.

10 à 20 cM³ worden gedroogd volgens blz. 301, na vermenging met uitgegloeid zand.

Voorbeeld: 10 cM³ loog verloren, na herhaalde weging, 9.108 g. water.

$$10 : 9.108 = 100 : x$$

$$x = 91.08 \text{ volume-percenten water.}$$

De nietsuikerstoffen worden uit het verschil berekend: suiker + water — 100.

d. Asch-bepaling.

In een ruime gewogen platina-schaal worden met een pipet 25 cM³ loog afgemeten, die op het waterbad tot droog worden uitgedampt en verkoold, uitgewasschen en nadat men de kalkasch heeft verbrand, met het waschwater ingedampt en zacht gegloeid.

Men volgt geheel de wijze, bij het gesatureerde sap der suiker-kalk blz. 333 opgegeven.

Voorbeeld: 25 cM³ loog geven ten slotte 0.810 g. totaal asch.

$$25 : 0.810 = 100 : x$$

$$x = 3.24 \text{ volume-percenten asch.}$$

Uit de verkregen cijfers volgt, dat de onderzochte loog bevat, omgerekend in gewichts-percenten,

2.80	%	suiker
3.11	„	asch
3.01	„	organische nietsuiker
91.08	„	water
100.—	%	

Specifiek gewicht bij 15° C. = 1.0426.

XXII.

STRONTIAAN EN STRONTIAAN BEVATTENDE FABRIEKS-PRODUCTEN.

---

a. Strontianiet.

Van de verschillende middelen voor de ontsuikering der melasse is dat, wat in de plaats van de vroeger uitsluitend gebruikte kalk, de daaraan beantwoordende strontiaanverbinding stelde, in den laatsten tijd veel meer en in grooteren omvang gebruikt. Tengevolge daarvan is het scheikundig onderzoek van de ruwe stof, van koolzure-strontiaan, evenals van een reeks strontiaan bevattende tusschen- en afvalproducten bij de bepalingen gekomen, welke de, met de scheikundige contrôle belaste beambten onophoudelijk te beurt vallen, en is daardoor ook de behandeling van de betreffende onderzoekingsmethoden hier noodzakelijk geworden.

Het strontium, een aan het calcium en barium verwant en in zijn scheikundige verhoudingen zeer gelijkend metaal, wordt in de natuur aan zwavelzuur en aan koolzuur gebonden, gekristalliseerd of hard kristallijn en meestal te zamen met de overeenkomstige calcium-verbindingen, in gebergte-spleten gevonden.

Het in de natuur voorkomende zwavelzure-strontium heeft den naam „Coelestin," het koolzure-strontiaan wordt „Strontianiet" genoemd. Slechts het laatste is voor het doel der suikerfabricatie zonder meer bruikbaar, het Coelestin heeft tot zijn bruikbaarmaking een niet gemakkelijk te bewerkstelligen omzetting in de koolzure verbinding noodig. Het strontianit is een witte, geelachtige of groenachtige vaste en zware delfstof, van een spec gew. van 3.4 tot 3.7. Zijn waarde hangt af van het gehalte aan koolzure-strontiaan; de aanhangende vreemde steensoorten en vooral de zeer veel in de strontiaan-aders voorkomende zwavelkies, die voor het latere gebruik nadeelig zijn, moeten te dien einde zoo mogelijk vooruit afgescheiden worden.

Het gehalte aan koolzuur-strontiaan verschilt van 70 tot 90 procent, de gemiddelde samenstelling van strontianit, zooals het uit de groeven als erts aan de fabrieken geleverd wordt, is ongeveer:

84.0	%	koolzuur-strontium.
11.0	„	koolzure-kalk.
3.5	„	onoplosbaar in zuren.
1.0	„	ijzeroxyd en zand.
100.0	%	

Bij zeer sterk verhitten of verbranden laat het strontium-carbonaat zijn koolzuur geheel vrij, ofschoon moeilijker dan kalksteen, en laat een grijswit, poreus strontium-oxyd over, dat strontiaan of strontiaan-aarde genoemd wordt, en met water samen gebracht een gemakkelijk oplosbaar strontium-hydraat of strontium-hydro-oxyd vormt. Uit heet verzadigde oplossingen kristalliseert het met 8 molekulen kristalwater en heeft dus deze formule Sr (OH_2) + 8 H_2 O. De kristallen verweeren licht aan de lucht onder verlies van 7 molekulen water en worden bij 100° watervrij. 100 deelen water van 0° C. lossen 0.90 deelen, 100 deelen kokend water 75 deelen van het gekristalliseerde hydro-oxyd op. De oplossing heet strontiaan-water is sterk alcalisch en trekt gemakkelijk koolzuur uit de lucht aan.

Qualitatieve onderzoeking. Ter herkenning van strontianit en ter onderscheiding van andere gelijk uitziende delfstoffen, hoofdzakelijk van kalk- en baryt-verbindingen, dienen de volgende reacties.

Strontianit is onoplosbaar in water, daarentegen gemakkelijk oplosbaar en onder stormachtig opbruisen van het ontwijkende koolzuur in zoutzuur en salpeterzuur, welke eigenschappen de kalksteen en witherit (koolzuur baryt) echter ook hebben. Voegt men nu bij een kleine hoeveelheid van de zoo verkregen heldere oplossing der onderzochte delfstof gipswater en krijgt men daarbij geen neerslag, dan is er kalk voorhanden. Vormt zich echter dadelijk of na eenigen tijd een witte troebeling of neerslag, dan kan het kalk, baryt of strontiaan zijn.

Men voegt in het laatste geval bij een nieuwe proef van de zure oplossing, zooveel verdund zwavelzuur bij, dat in de afgefiltreerde vloeistof door een verdere toevoeging geen troebeling meer ontstaat. Geeft de dan afgefiltreerde, met ammoniak alcalisch gemaakte oplossing bij toevoeging van oxalzure-ammoniak een witten neerslag, dan is daarmee het voorhanden zijn van kalk bewezen.

Een derde proef van de oorspronkelijke oplossing wordt met ammoniak zwak alcalisch en daarna met azijnzuur zwak zuur gemaakt en met eene oplossing van zure, chroomzure-kali behandeld tot er bij een verdere toevoeging geen neerslag meer ontstaat. Als er baryt voorhanden is, ontstaat een zware gele neerslag. Bij de, van dezen neerslag afgefiltreerde oplossing, doet men gipswater en een weinig verdund zwavelzuur. Komt er dadelijk of langzamerhand een witte troebeling, dan is er strontiaan voorhanden.

Verdampt men een weinig der zoutzure oplossing van het strontianit tot droog toe en overgiet men het overblijvende chloor-strontium met alcohol, dan brandt de laatste aangestoken, met een donkerroode kleur, een eigenschap, die eveneens met zekerheid de aanwezigheid van strontiaan aangeeft.

Om het quantitatieve onderzoek uit te voeren, wordt de stof zorgvuldig gemengd, fijn gewreven en 1 à 2 uur bij 110° C. gedroogd, terwijl men tegelijkertijd het water bepaalt. De gang der onderzoeking is de volgende:

1. Bepaling van het watergehalte.

20 g. strontianit worden bij 100° C. 2 uur lang gedroogd. Het gewichtsverlies is water.

2. Bepaling van de in zuren onoplosbare rest.

Van het gedroogde, in een goed sluitende flesch bewaarde monster weegt men op een schaaltje precies 10 g. af en overgiet het in een diepe ruime porceleinen schaal met ongeveer 100 cM³ water en laat er, terwijl men de schaal met een groot horlogeglas bedekt, langzaam en door middel van een pipet 50 cM³ zuiver geconcentreerd zwavelzuur bijloopen. Zoodra de eerste stormachtige koolzuur-ontwikkeling geëindigd is, verhit men de vloeistof in de bedekte schaal eenige minuten tot kokens, filtreert daarna op een filter van bekend aschgehalte, wascht uit, tot de afloopende vloeistof, het blauw lakmoespapier niet meer rood maakt, droogt, gloeit en weegt. Het zoo verkregen gewicht met 10 vermenigvuldigd, geeft het gehalte aan.

Filtraat en waschwater vangt men direct op in een kolfje van 500 cM³; als het koud is vult men tot aan de streep.

3. Bepaling van ijzer-oxyd en klei-aarde.

In 100 cM³ (= 2 g. stof) van de oplossing die men bij 2 kreeg, bepaalt men het ijzer-oxyd en klei-aarde evenals bij de kalksteen.

4. Bepaling van koolzuur-strontiaan.

Het waschwater en filtraat van 3, dat men in een niet te klein bekerglas opgevangen heeft, wordt warm met een oplossing van koolzure-ammonia behandeld, tot er bij een nieuwe toevoeging geen neerslag meer ontstaat. De zware snel afscheidende neerslag bevat al het voorhanden strontiaan en calcium, in den vorm van onoplosbare koolzurezouten, men filtreert dadelijk en wascht glas- en filter-inhoud met kokend water goed uit. Het filtraat kan weggeworpen worden. Het is niet noodig de aan het glas en glasstaafje aanhangende rest van den neerslag insgelijks op den filter te brengen, want als men klaar met uitwasschen is, zet men den trechter met filter boven hetzelfde glas, waarin men het neergeslagen had, steekt voorzichtig met het glasstaafje den filter stuk en spoelt den heelen neerslag, die nu nog slechts uit zuiver strontiaan- en kalk-carbonaat bestaat, in het glas terug. Men bedekt het met een horlogeglas en voegt er onder gelijktijdig voorzichtig bewegen van de vloeistof, door middel van een pipet 5 à 6 cM³ geconcentreerd salpeterzuur bij, die het koolzure-zout onder heftig opbruisen oplost. Ook den doorgestoken filter bedruppelt men met salpeterzuur, om de hier teruggebleven rest van den neerslag op te lossen, wascht met heet water zorgvuldig na en verdampt de geheele oplos-

sing in een porceleinen schaal op het waterbad tot het droog is. Er blijft een wit kristallijnen neerslag van salpeterzure-strontiaan en salpeterzuur-calcium over, die, nadat men hem een uur bij 110° C. in de droogstoof heeft laten drogen, geheel watervrij is en nadat hij in den exsiccator afgekoeld is, met ongeveer 20 à 30 cM³ van een mengsel bestaande uit gelijke deelen absoluten aether en absoluten alcohol overgoten wordt. Men wrijft op doelmatige wijze de kristallen met een stamper fijn, beschermt de stof door bedekking met een glasklok voor wateraantrekking en laat het 12 uur staan. Door deze behandeling lost het calcium-nitraat geheel op, terwijl het salpeterzure-strontium onopgelost achterblijft; daarna wordt afgefiltreerd en zoo lang met aether-alcohol afgewasschen, tot een op een horlogeglas genomen druppel van het filtraat door een oplossing van oxalzure-ammonia niet meer troebel wordt. (Het filtraat dient ter bepaling van het kalkgehalte.)

Men kan het zoo verkregen zuivere salpeterzure-strontium nu, òf op een filter verzamelen, die vooraf gedroogd en gewogen is en na het uitwasschen en drogen zonder meer als zóódanig ($Sr.(NO_3)_2$) wegen, òf men gebruikt een gewonen filter, laat na het uitwasschen den aether-alcohol in de stoof verdampen en lost het zout door herhaaldelijk overgieten met een weinig warm water op. In deze oplossing slaat men het strontiaan door rijkelijke toevoeging van verdund zwavelzuur als zwavelzuur-strontium neer en bevordert de volledige en spoedige afscheiding van den neerslag door toevoeging van een gelijke hoeveelheid alcohol. De neerslag wordt op de gewone wijze op een filter verzameld, met verdunden alcohol uitgewasschen, — omdat het in water niet geheel onoplosbaar is, — gedroogd, gegloeid en gewogen.

In het eerste geval vermenigvuldigt men, om de hoeveelheid koolzure-strontium te vinden, het voor salpeterzure-strontiaan verkregen getal met den factor 0.6971, in het tweede geval het met het gewicht der filterasch verminderde bedrag van het zwavelzure zout met den factor 0.8036. Voorbeeld hieronder.

5. Bepaling van koolzure kalk.

Het filtraat van het salpeterzure strontiaan bevat, in aether-alcohol opgelost, het geheele kalkgehalte van de onderzochte stof (hier 2 g.) in den vorm van salpeterzure-kalk. Men voegt bij de oplossing ongeveer 20 cM³ warm water, verwarmt eenigen tijd op het kokende waterbad, om den aether te verwijderen en voegt rijkelijk verdund zwavelzuur er bij. Na toevoeging van nog twee of driemaal grootere hoeveelheid alcohol, slaat de voorhanden kalk als zwavelzure kalk in groote vlokken geheel neer; men laat eenige uren staan, filtreert, spoelt met alcohol na, droogt, gloeit en weegt.

Het bedrag van het gevonden calcium-sulfaat met den factor 0.735 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid calcium-carbonaat.

Voorbeeld: 10 g. van een bij 110° C. gedroogd strontianit gaf, op de bovenstaande wijze behandeld, de volgende resultaten:

Platina-schaaltje met rest.........	14.1875 g.
Platina-schaaltje...............	13.9793 „
	0.2082 g.
Af te trekken filterasch....... ...	0.0030 „
In zuren onoplosbare rest.........	0.2052 g.

Van het op 500 cM³ gebrachte filtraat gaven 100 cM³ (= 2 g. stof).

Platina-schaaltje met neerslag......	14.0045 g.
Platina-schaaltje met filterasch.....	13.9823 „
IJzer-oxyd en klei...	0.0222 g.

De weging van salpeterzure-strontiaan gaf:

Glas + filter + zout.............	37.9989 g.
Glas + filter........	35.5621 „
Salpeterzure-strontiaan............	2.4368 g.

2.4368 × 0.6971 = 1.69869 koolzure-strontiaan.

De tegelijkertijd uitgevoerde bepalingen van zwavelzuur gaf:

Platina-kroes met neerslag........	25.4378 g.
Platina-kroes met filterasch........	23.3240 „
Zwavelzuur-strontiaan............	2.1130 g.

2.1138 × 0.8036 = 1.69865 g. koolzure-kalk.

Uit het salpeterzuur-calcium-houdend filtraat werd neergeslagen:

Platina-kroes + neerslag...	14.2982 g.
Platina-kroes + filterasch.........	13.9823 „
Zwavelzuur-calcium..............	0.3159 g.

0.3159 × 0.7350 = 0.23219 g. koolzuur-calcium.

Uit de bovenstaande weeg-resultaten berekent men dus de samenstelling van het bij 100° C. gedroogde strontianit op de volgende wijze:

84.93	proc.	koolzure-strontiaan
11.61	„	koolzure-kalk
2.05	„	onoplosbaar in zuren
1.01	„	ijzer-oxyd en klei-aarde
0.40	„	rest en onbekend.
100.00	proc.	

Het watergehalte in ongedroogden toestand bedroeg 0.8 %.

Is de opgaaf van het gehalte aan onoplosbare rest, evenals die van ijzer-oxyd en klei niet noodig, dan kan men de zoo even beschreven methode op de volgende manier vereenvoudigen.

De afgewogen hoeveelheid strontianit (10 g) spoelt men door een trechter in een 500 cM³ flesch, voegt er 50 cM³ salpeterzuur bij en verwarmt tot koken. Bij de kokende vloeistof voegt men ammoniak tot de ontstaande neerslag zich in grove vlokken afscheidt en de oplossing duidelijk naar ammoniak ruikt, verdunt met water tot bijna aan de

streep, doet er los een kurk op en laat afkoelen. Dan vult men tot aan de streep met water op, schudt door en filtreert snel (om de aantrekking van koolzuur uit de lucht te vermijden) door een grooten, drogen en bedekten, gevouwen filter. 100 cM^3 van het heldere filtraat kunnen nu dadelijk met ammoniak, zooals in 4 aangegeven is, verder behandeld worden.

B. Strontiaan bevattende fabrieksproducten.

Bij de ontsuikering der melasse doormiddel van strontium-hydro-oxyd, wordt eerst uit het strontianiet het koolzure strontium, door heftig branden in strontium-oxyd, en daaruit door te zamenbrengen met water strontium-hydro-oxyd gevormd, dat volgens de formule $Sr(OH)_2 + 8 H_2O$ samengesteld, in kristalvorm verkregen en in de praktijk als „wit zout" aangeduid wordt. Opgelost en in groote hoeveelheid met verdunde melasse verwarmd, scheidt het geheele suikergehalte daarvan in den vorm van een in de warmte onoplosbaar saccharaat af, dat van de vloeistof gescheiden een bruin gekleurde moederloog achterlaat, waaruit het overvloedig toegevoegde hydro-oxyd gedeeltelijk bij het afkoelen, uit kristalliseert als „bruinzout", gedeeltelijk door saturatie met koolzuur in den vorm van koolzuur-stontiaan als „bruin slik" neergeslagen wordt. De gesatureerde vloeistof is de „afval-loog." Door de in de koude volgende vrijwillige omzetting van het met hydro-oxyd-oplossing bedekte en schoongemaakte saccharaat scheidt het grootste gedeelte van de daarin aanwezige strontiaan in den vorm van gekristalliseerd hydro-oxyd weder af en wordt door centrifuges als afzwaaizout van de nu bijna geheel zuivere en nog slechts strontium bevattende suikeroplossing gescheiden. Deze zelf eindelijk geeft, na herhaalde saturatie met koolzuur, haar strontiaangehalte als „witte slik" aan de nijverheid terug. Het „afzwaaizout" evenals het „bruine zout" zijn bijna zuiver hydro-oxyd en kunnen evenals het „witte zout" weder opnieuw voor de saccharaatvorming gebruikt worden. Het „bruine" en „witte slik" bestaat natuurlijk bijna alleen uit koolzure-strontiaan, het wordt nat met geschikte toevoegsels (zaagsel, turfmolm) ook met strontiaanpoeder vermengd, in steenen gevormd, gedroogd en gebrand. De gloeimassa — „gebrande massa" wordt gebluscht en uitgeloogd, de verkregen loog tot wit zout verwerkt. De hiervan, evenals van het uitloogen van het ruwe gebrande strontianit, overblijvende bluschafval of „eerste overschot," bevat nog zooveel strontiaan en wel deels als hydro-oxyd, gedeeltelijk aan koolzuur en kiezelzuur gebonden, dat men het ten tweeden male in steenen vormt en nogmaals brandt en uitloogt. Een groot gedeelte van het nog voorhandene strontiaan wordt op deze wijze gewonnen. Het nu overblijvende „tweede bluschoverschot" daarentegen wordt, als waardeloos afvalproduct weggeworpen of, wanneer het noodig is, nog op een derde afvalproduct verwerkt.

De scheikundige bedrijfs-contrôle vordert dus de opeenvolgende onderzoeking van het „witte, bruine en afzwaai-zout" en de „gebrande massa" op haar gehalte aan hydro-oxyd, alsmede de onderzoeking van het „blusch-afval" op het gehalte aan hydro-oxyd en koolzure-strontiaan.

a. W i t, b r u i n e n a f z w a a i - z o u t.

De bepaling van het gehalte aan hydro-oxyd geschiedt in alle gevallen door titreeren met drievierde normaalsalpeterzuur (blz. 336), waarvan 1 cM = 0.1 g. gekristalliseerd hydraat.

Men lost 20 g. zout in een flesch van 500 cM³ op, vult tot de streep, schudt door, filtreert wanneer het noodig is en gebruikt 25 cM³ = 1 g. zout, onder toevoeging van lakmoestinctuur of phenolphtaleïnoplossing voor het titreeren. Het aantal verbruikte cM³ geeft, na vermenigvuldiging met 10, de percenten strontium-hydro-oxyd in de onderzochte stof

b. G e b r a n d e m a s s a (s t e e n e n).

20 g. van een zorgvuldig gekozen en goed fijngemaakt doorsneemonster worden in een 500 cM³ kolfje met ongeveer 200 cM³ heet water overgoten en daarmee boven een middelmatige vlam tot koken verhit. Zoodra het begint op te borrelen, voegt men nog 200 cM³ warm water bij en kookt nogmaals op. Het voorhanden strontiumoxyd is dan zeker opgelost, men zet losjes een kurk op het fleschje, om het toetreden van koolzuur houdende lucht zooveel mogelijk te verhinderen, laat afkoelen, vult tot de streep, schudt door en filtreert door een bedekten, drogen, gevouwen filter in een droge flesch. 25 of 50 cM³ van het heldere filtraat (1 of 2 g. stof) worden voor het titreeren gebruikt.

c. B l u s c h - a f v a l.

Het van de loog zooveel mogelijk bevrijde afval komt meest dadelijk in vochtigen toestand ter onderzoeking. Tot verkrijging van een goed doorsneemonster wordt in zulke gevallen een grooter monster, in een ruime porceleinen schaal tot een geheel gelijkmatige, fijne brij gewreven, waarvan men de voor de afzonderlijke bepalingen noodige hoeveelheden dadelijk afweegt. Ter bepaling van het misschien nog voorhanden, bij het uitloogen niet gewonnen hydro-oxyd, doet men juist als in *b* is aangegeven (20 g. stof in 500 cM³). Van het heldere filtraat mengt men door middel van een maatkolfje 250 cM³ (= 10 g. stof) in een porceleinen schaal af, spoelt het kolfje met water na en titreert met drievierde normaal zuur (zie a.) Het aantal verbruikte cM³ geeft de percenten strontium-hydro-oxyd in de vochtige brij (vergelijk blz. 336).

Het resultaat valt een weinigje hooger uit, omdat een kleine hoeveelheid calcium-oxyd mee in oplossing gaat en het zuurgebruik dus vergroot; voor de praktijk is de bepaling intusschen zuiver genoeg, daar zij alleen voor de snelle contrôle van het uitloog-station dient.

Van de overige bestanddeelen van het afval heeft slechts het koolzure-strontium waarde; men bepaalt echter gewoonlijk nóg, om een overzicht van de geheele samenstelling te krijgen, het kalkgehalte, dat, ofschoon slechts uitsluitend als hydraat voorhanden, als koolzure-kalk in de analyse opgegeven wordt, en het „onoplosbare". Onder de laatste benaming vat men het in verdund zuur werkelijk onoplosbaar blijvende, met de door ammoniak neerslaanbare hoeveelheid ijzer-oxyd en klei samen. Nog bepaalt men, waarvoor 10 g. brij in een koper schaaltje geheel gedroogd worden, het watergehalte, om de gevonden resultaten daarnaar op watervrije stof te kunnen omrekenen.

Ter bepaling van het gehalte aan koolzure-strontiaan (en koolzure-kalk) gaat men juist als voor de vereenvoudigde strontianit-analyse blz. 342 te werk, kiest echter geen salpeterzuur maar azijnzuur, dat het strontium-calcium-carbonat en calcium-hydraat gemakkelijk oplost, het voorhandene strontium-silicat, zwavelzure zouten enz. echter grootendeels onveranderd laat.

Men gebruikt 20 g. vochtige brij en 25 cM^3 azijnzuur en de vloeistof wordt op 500 cM^3 gebracht. Uit 100 cM^3 van het heldere filtraat (4 g. natte stof), bij een klein strontiaan-gehalte uit het dubbele, slaat men warm door koolzure-ammoniak het voorhandene strontiaan en calcium als carbonaten neer, verzamelt den neerslag zonder verlies op een gewogen filter (blz. 233), wascht goed uit, droogt bij 110° C tot het gewicht constant blijft en weegt.

Ter afscheiding en afzonderlijke bepaling van de beide koolzure zouten, kan nu òf de op blz. 341 beschreven alcohol-aether-methode dienen, òf men gebruikt de zoogenaamde indirecte methode van Fresenius [1]), die een voldoende zeker en sneller werken toelaat.

Volgens deze methode bepaalt men in den gedroogden neerslag het totale koolzuur-gehalte, dat met gebruikmaking van zekere hier niet verder uit te leggen formules toelaat het percent-gehalte aan strontium- en calcium-carbonat in het mengsel dezer beide stoffen precies te berekenen.

Tot dit doel schudt men van den gewogen neerslag, terwijl de filter zelf in het glas gelaten wordt, een klein gedeelte in een porceleinen schaal en weegt nu nogmaals, om te zien hoeveel men er afgenomen heeft. Men mengt het met een weinig water aan, bedekt de schaal met een groot horlogeglas en voegt door middel van een pipet 25 cM^3 normaal-salpeterzuur bij, dat de carbonaten onder opbruisen ontleed en een heldere oplossing veroorzaakt. Blijft de vloeistof nog troebel, een deel van de carbonaten nog onontleed, dan voegt men er nog 25 cM^3 salpeterzuur bij, verwarmt de bedekte schaal eenigen tijd tot het kookpunt, om het koolzuur geheel uit te drijven en titreert eindelijk de heldere oplossing, na toevoeging van lakmoes-tinctuur of phenolphtaleïn-oplossing met normale natron-loog, totdat de bekende kleur te voorschijn komt.

---

[1]) Fresenius, Quant.-Analyse, § 154, S 39.

Iedere ter. oplossing van het koolzuur-zout gebruikte, dus gebonden cM^3 normaalzuur, geeft 0.022 g. koolzuur aan, welke hoeveelheid op 100 deelen carbonaat omgerekend wordt.

De hieronder staande op grond van de vroeger besproken formulen gegronde tabel XXIV doet uit het laatste getal kennen, hoeveel percent koolzure-strontiaan (en koolzure kalk) in 100 deelen van het mengsel van zuivere carbonaten was, en daar men gemakkelijk berekenen kan hoeveel deelen van zulke carbonaten op 100 deelen vochtig afval verkregen worden, zoo zijn daarmede alle punten aangegeven om het percentgehalte aan strontium-carbonaat, evenzoo het overeenkomstige kalkgehalte aangevende gehalte, aan calcium-carbonat in het vochtige afval te berekenen.

TABEL XXIV,

ter bepaling van koolzure-strontiaan en koolzure-kalk uit het gevonden koolzuur.

Gevonden.	Uitgerekend.		Uitgerekend.		Gevonden.	Uitgerekend.		Uitgerekend.	
CO_2	$Sr\,CO_3$	$Ca\,CO_3$	Sr O	Ca O	CO_2	$Sr\,CO_3$	$Ca\,Co_3$	Sr O	Ca O
29.89	100.00	0.00	70.11	0.00	37.	49.61	50.39	34.78	28.22
30.	99.22	0.78	69.56	0.44	38.	42.52	57.48	29.81	32.19
31.	92.13	7.87	64.59	4.41	39.	35.44	64.56	24.85	36.15
32.	85.04	14.96	59.61	8.39	40.	28.35	71.65	19.88	40.12
33.	77.96	22.04	54.66	12.35	41.	21.26	78.74	14.91	44.09
34.	70.87	29.13	49.69	16.31	42.	14.17	85.83	9.93	48.07
35.	63.78	36.22	44.72	20.28	43.	7.09	92.91	4.97	52.03
36.	56.70	43.30	39.75	24.25	44.	0.00	100.00	0.00	56.00
	Optellen.		Optellen.			Optellen.		Optellen.	
CO_2	$Sr\,CO_3$	$Ca\,CO_3$	Sr O	Ca O	CO_2	$Sr\,CO_3$	$Ca\,Co_3$	Sr O	Ca O
0.1	—0.71	+ 0.71	—0.50	+ 0.40	0.01	—0.07	+ 0.07	—0.05	+ 0.04
0.2	—1.42	+ 1.42	—0.99	+ 0.79	0.02	—0.14	+ 0.14	—0.10	+ 0.08
0.3	—2.13	+ 2.13	—1.49	+ 1.19	0.03	—0.21	+ 0.21	—0.15	+ 0.12
0.4	—2.83	+ 2.83	—1.99	+ 1.58	0.04	—0.28	+ 0.28	—0.20	+ 0 16
0.5	—3.54	+ 3.54	—2.49	+ 1.98	0.05	—0.35	+ 0.35	—0.25	+ 0.20
0.6	—4.25	+ 4.25	—2.98	+ 2.39	0.06	—0.43	+ 0.43	—0.30	+ 0.24
0.7	—4.96	+ 4.96	—3.48	+ 2.79	0.07	—0.50	+ 0.50	—0.35	+ 0.28
0.8	—5.67	+ 5.67	—3.97	+ 3.18	0.08	—0.57	+ 0.57	—0.40	+ 0.32
0.9	—6.38	+ 6.38	—4.47	+ 3.57	0.09	—0.64	+ 0.64	—0.45	+ 0.36

De bepaling van het „onoplosbare", kan men het snelst met een afzonderlijk afgewogen deel maken. Men kookt 5 à 10 g. vochtig afval met verdund azijnzuur, verzadigt met ammoniak, filtreert, wascht met heet water uit, droogt, gloeit en weegt.

Voorbeeld: 20 g. zijn met water uitgekookt en op 500 cM³ gebracht 250 cM³ filtraat (10 g. stof) gebruiken 14 cM³ drievierde normaalzuur; het afval bevat dus in vochtigen toestand nog

1.4% strontiumhydroxyd

20 g. stof — waarvan het watergehalte 57 % was — werden volgens blz. 345 met azijnzuur en ammoniak behandeld. De geheele vloeistof bedroeg eindelijk 500 cM³. 100 cM³ filtraat (4 g. stof) geven:

Glas + filter + carbonaten.....	37.3275 g.
Glas + filter.................	35.8550 „
Zuivere carbonaten........	1.4725 g.

waarvan, volgens hier onderstaande weging:

Glas vooraf..	37.3275
Glas later..........	36.7275
	0.6000 g. carbonaten

ter bepaling van het zich daarin bevindende koolzuur uitgenomen en door 25 cM³ normaalzuur ontleed zijn.

Bij het terug-titreeren werden 15.1 cM³ normaal-natron-loog gebruikt, dus waren 25—15.1 = 9.9 cM³ zuur ter ontleding van 0.6 g. carbonaat noodig, welke 9.9 × 0.022 = 0.2178 g. koolzuur aanwijzen.

$$4 \text{ g. (afval)} : 1.4725 \text{ g. (carbonaten)} = 100 \text{ g. (afval)} : x$$

$$x = \frac{1.4725 \times 100}{4} = 36.8 \text{ g. carbonaten}$$

$$0.6 \text{ g. (carbonaten)} : 0.2178 \text{ g. (koolzuur)} = 100 \text{ g. (carbonaten)} : x$$

$$x = \frac{0.2178 \times 100}{0.6} = 36.3 \text{ g. koolzuur.}$$

Naar tabel XXIV berekend, zijn in 100 d. carbonaten op 36 deelen koolzuur, 56.70 koolzure strontiaan (en 43.30 d. koolzure kalk), voor de overschietende 0.3 d. koolzuur moet men (zie onderaan de tabel) van het eerste getal 2.13 aftrekken en natuurlijk bij het tweede getal optellen. Dus bevatten 100 deelen van de onderzochte carbonaten

56.70 — 2.13 = 54.57 % strontiaan
en 43.30 + 2.13 = 45.43 % koolzure kalk
100.00 %

Nu geven echter 100 deelen vochtig afval 36.80 d. carbonaten en dus berekent men daarvoor volgens de vergelijking

$$100 : 54.57 = 36.80 : x$$

$$x = \frac{54.57 \times 3680}{100} = 20.08 \text{ \% koolzure-strontium}$$

en een kalkgehalte van 36.80 — 20.08 = 16.72 % koolzure calcium.

Bij 57 % watergehalte (= 43 % droge stof) krijgt men dus op watervrije stof:

$$43 : 20.08 = 100 : x$$

$$x = \frac{20.08 \times 100}{43} = 46.7 \text{ \% strontium-carbonaat en}$$

$$43 : 16.72 = 100 : x$$

$$x = \frac{16.72 \times 100}{43} = 38.9 \text{ \% calcium-carbonaat.}$$

Wil men liever het afval in drogen toestand onderzoeken, dan maakt het voorhanden zijn van calcium-hydraat een voorafgaande behandeling met koolzure-ammoniak noodig. De gedroogde en fijngewreven stof wordt met een oplossing van koolzure-ammoniak en water aangelengd tot een brij, die dan nogmaals gedroogd en zoo dikwijls — in den regel is een keer genoeg — op dezelfde wijze behandeld wordt, tot een kleine proef met salmiak-oplossing geschud, curcuma-papier niet meer bruin maakt en daarmede de plaats gegrepen verandering van het voorhanden calcium-oxyd in calcium-carbonaat bewijst.

Het nu aan de lucht onveranderlijke droge poeder dient ter bepaling van het onoplosbare en volgens een van de boven aangegeven methoden ter bepaling van het strontium- en calcium-carbonaat. Bij een goed uitgevoerde analyse moet de som juist 100 zijn.

XXIII.

BRANDSTOFFEN.

Steenkolen, Cokes en Turf.

Deze stoffen, die voor de ontwikkeling van warmte gebruikt worden, bestaan hoofdzakelijk uit koolstof, waterstof en zuurstof met afwisselende hoeveelheden onbrandbare stoffen, die als asch terugblijven. In verschen toestand bevatten zij grootere of kleinere hoeveelheden water, en bij steenkolen en cokes dikwijls zwavel (zwavel-ijzer, zwavel-kies).

De bepalingen van koolstof, waterstof en zuurstof, de z.g. elementair-analyse, vindt men uitvoerig in de leerboeken der Analytische Scheikunde beschreven en kan in een Handboek als dit niet opgenomen worden.

Voor het technische doel is het voldoende wanneer men de hoeveelheid asch en water bepaalt. Somtijds moet men bovendien het zwavelgehalte bepalen, omdat zwavelhoudende cokes bij het fabriceeren van koolzuur-gas nadeelig werken door de vorming van zwavelig-zuur, dat ondanks herhaald wasschen niet geheel verwijderd wordt.

Als monster trekt men uit den voorraad op de verschillendste plaatsen

eenige schoppen vol, stoot fijn, vermengt goed dooreen, neemt van den goed doorwerkten hoop weer een weinig doorsneê-monster, maakt dit nog eens fijn en herhaalt dit zoo dikwijls, tot men ten laatste een volkomen gelijkmatig goed fijngemaakt monster heeft verkregen.

1. Watergehalte.

10 g. van het fijn gewreven monster worden in het droogfleschje (fig. 63 blz. 192) bij 110° C. tot geene gewichts-vermindering meer gevonden wordt, gedroogd. Na het afkoelen in den exsiccator zet men het deksel op en weegt. Het gewichtsverlies met 10 vermenigvuldigd, is het watergehalte in percenten.

Voorbeeld: 10 g. turf werd gedroogd.

Drooglas + turf vóór het drogen.....	46.136
〃 〃 na 〃 〃	41.139
Verlies = water....	4.997.

De turf hield dus

49.97 % water
50.03 〃 droge-stof
100.— %.

2. Bepaling der Asch.

Van dezelfde proef, doch ongedroogd, weegt men in een uitgegloeid en gewogen platina-schaaltje 2 à 3 g. nauwkeurig af, laat in de droogkast bij 120° C. uitdrogen en gloeit dan in den platina-moffel, tot geen kooldeeltjes in de witte of roodachtig gekleurde asch meer zichtbaar zijn.

Bevatte de stof, wat zeldzaam voorkomt, koolzure kalk, waarvan men zich door eene voorproef overtuigt, dan is deze door het gloeien in calcium-oxyd overgegaan. In dit geval druppelt men herhaaldelijk eenig koolzure-ammonia-oplossing op de asch, droogt en gloeit zeer matig, waardoor de kalk weer aan koolzuur gebonden wordt.

Men laat vervolgens in den exsiccator afkoelen en weegt. Wat het schaaltje meer weegt is asch.

Voorbeeld: 2.5 g. turf gaven het volgende resultaat:

Schaaltje + Asch.................	8.251 g.
Schaaltje........................	8.003 〃
Asch..............................	0.248 g.

$$2.5 : 0.248 = 100 : x$$

$$x = \frac{0.248 \times 100}{2.50} = 9.92 \text{ \% Asch.}$$

Trekt men water en asch bijeen, dan blijft als rest van 100 de

hoeveelheid organische of verbrandbare stof. De in ons voorbeeld genoemde turf zou (dus als opgezette turf) als volgt zijn samengesteld:

49.97 % water.
9.92 „ asch.
40.11 „ verbrandbare stof.
100.—

3. Bepaling van het Zwavelgehalte.

Bij 25 g. der fijn gewreven stof voegt men 1 g. fijn gestooten chloorzure potasch, in een diepe porseleinen schaal, die men met een groot horlogeglas bedekt. Daarna voegt men ter oplossing van het potaschzout heet water bij, roert een weinig dooreen en doet er dan 100 cM³ zoutzuur bij. Men volgt de op bladz. 255 opgegeven regels, verhit tot kooken en brengt de vloeistof na de afkoeling op 250 cM³ filtreert, slaat in 100 cM³ van het filtraat, het gevormde zwavelzuur op de bekende wijze door chloor-barium neer. (Bldz. 255).

Wanneer men het ten slotte verkregen gewicht barium-sulfaat onder aftrek der filtreerasch met den factor 0.1374 vermenigvuldigt, verkrijgt men de hoeveelheid zwavel in 10 g. der onderzochte stof.

Voorbeeld: 10 g. steenkool leverde 0.201 g. barium-sulfaat.

0.201 × 0.1374 = 0.02759 g. zwavel in 10 g. stof, dus in 100 deelen 0.276 % zwavel.

XXIV.

PHOSPHORZUUR.

Wat onder dezen naam in den handel voorkomt, is eigenlijk zure-phosphorzure kalk. Het is een dikke vloeibare, zwakgroene, heldere vloeistof (meestal door een neerslag van zure-phosphorzure kalk troebelig schijnend), die naast eene goede hoeveelheid phosphorzuur zeer weinig zwavelzuur resp. calcium-sulfaat moet bevatten. Zij wordt als volgt onderzocht.

1. Bepaling van het phosphorzuur.

In een klein getarreerd bekerglaasje weegt men 5 of 10 g. der stof af, spoelt zonder verlies in een 500 cM³ flesch en verdunt met water tot de streep en schudt dooreen.

In 25 cM³ der vloeistof slaat men het phosphorzuur met molybdeen-oplossing neer en bepaalt deze volgens de regels op blz. 187 opgegeven.

10 g. phosphorzuur werden tot 500 cM^3 verdund en daarvan 25 cM^3 = 0.5 g. als boven behandeld.

Men verkreeg na aftrek der filterasch 0.301 g. pyro-phosphorzuur-magnesium = 0.331 × 0.6393 = 0.205215 g. phosphorzuur.

$$0.5 : 0.205215 = 100 : x.$$

$$x = 41{,}043\ \%\ \text{phosphorzuur.}$$

2. Bepaling van het zwavelzuur.

Is door een vooronderzoek zwavelzuur gevonden, dan neemt men 200 cM^3 der boven gebruikte oplossing = 4 g. stof.

In een kookflesch met een weinig zoutzuur gekookt en dan barium-chloraat bijgevoegd. De verkregen neerslag wordt volgens blz. 255 behandeld en bepaald.

4 g. phosphorzuur geven 0.028 g. barium-sulfaat, dat is 0.028 × 0.3432 = 0.0096 g. zwavelzuur.

$$4 : 0.0096 = 100\ x.$$

$$x = 0.24\ \%\ \text{zwavelzuur.}$$

XXV.

SODA.

Natrium-carbonaat of soda wordt in de suiker-industrie hoofdzakelijk gebruikt om het gips of calcium-sulfaat uit beenzwart te verwijderen. Voor dit doel wordt het gips-houdend beenzwart met een verdunde soda-oplossing gekookt, waarbij een omzetting de beide zouten plaats vindt en wel zoo dat er calcium-carbonaat en natrium-sulfaat ontstaan, het laatste in water zeer oplosbaar wordt er dus gemakkelijk uitgewasschen, terwijl het eerste door zoutzuur wordt verwijderd.

Men maakt onderscheid tusschen gekristalliseerde en gecalcineerde soda; de eerste bevat in groote kleurlooze kristallen ongeveer 60 % (10 molekulen) kristalwater, terwijl de andere een wit poederachtig watervrij of waterarm zout is.

Gekristalliseerde soda is zuiver; men ziet dus hare zuiverheid in het gekristalliseerd zijn; van gecalcineeerde soda daarentegen kan men de zuiverheid, wegens den poederachtigen vorm, niet direct beoordeelen en bevat deze ook meestal andere zouten of onzuiverheden.

Hare handelswaarde wordt gewoonlijk bepaald door het gehalte aan koolzure-soda, en daar de gekristalliseerde soda voor gelijk gehalte veel duurder is dan de gecalcineerde, brengt het eigenbelang meê, de laatste te gebruiken, en zal men dus in suikerfabrieken steeds de gecalcineerde gebruiken.

Volgens de oude methode — van Leblanc, — wordt de soda verkregen door verhitting van natrium-sulfaat met calcium-carbonaat en koolstof, en dientengevolge vindt men in die soda meest onveranderd gebleven natrium-sulfaat, eene onzuiverheid die voor het doel der soda in de suikerfabrieken nadeelig is en dus zooveel mogelijk vermeden moet worden.

Bij het onderzoek der soda dient men hierop dus te letten. Koopt men soda bereid volgens het ammoniak-proces — door ontleding van chloor-natrium met dubbel koolzure-ammonia — dan ondervindt men deze moeilijkheid niet.

Bij het scheikundig onderzoek van soda wordt òf het koolzuur òf de aanwezige base bepaald en daaruit het gehalte van natrium-carbonaat berekend; bovendien bepaalt men aanwezig zijn van natrium-sulfaat.

1. Bepaling van natrium-carbonaat.

a. Door meting van het afgezonderde koolzuur.

Hiervoor gebruikt men het toestel van Scheibler, voor de bepaling van het koolzure kalkgehalte in beenzwart (blz. 257) en gebruikt daartoe 0.2—0.5 g. gecalcineerde-soda, nadat men vooraf het monster goed dooreen gemengd en fijn gewreven heeft, en behandelt precies als voor beenzwart, blz. 257 is opgegeven. Bij het verkregen gas-volume telt men 0.8 en vindt op de bekende wijze onder in achtneming der temperatuur in tabel XXV dadelijk de hoeveelheid koolzure-soda in de afgewogen hoeveelheid en door een eenvoudige vergelijking het percent gehalte.

Voorbeeld: 0.339 g. gecalcineerde soda in Scheibler's toestel ontleed, gaven een aflezing bij 19° C. van 20.5 hierbij

		0.8	
		21.3°	
20.0 graden	=	0.348866	g. koolzure-soda.
1.0 „	=	0.017443	„ „ „
0.3 „	=	0.005233	„ „ „
21.3 graden	=	0.371542	g. koolzure-soda.

$$0.399 : 0.371542 = 100 : x.$$

$$x = 93{,}12\ \%\ \text{koolzure-soda.}$$

b. Door weging van het uitgedreven koolzuur.

In plaats van het koolzuur als hiervoor beschreven te meten, kan men de bepaling ook door weging doen met het toestel van Geisler, zie blz. 155. Het onderzoek geschiedt geheel op dezelfde wijze als daar beschreven is.

TABEL XXV,

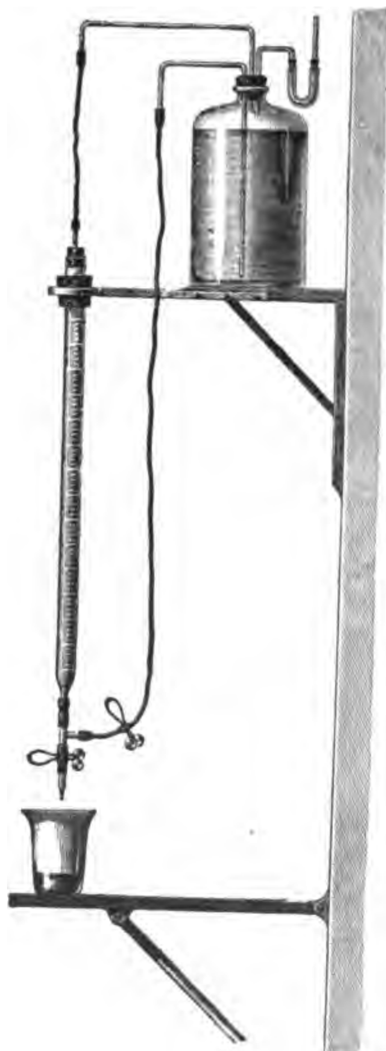
aangevende het gewicht aan Natrium-carbonaat, uit het volume koolzuur.

Afgelezen om 0,8 verhoogd volume m + 0,8.	Bij eene temperatuur in graden Celsius:														
	14 Grad. g.	15 Grad. g.	16 Grad. g.	17 Grad. g.	18 Grad. g.	19 Grad. g.	20 Grad. g.	21 Grad. g.	22 Grad. g.	23 Grad. g.	24 Grad. g.	25 Grad. g.	26 Grad. g.	27 Grad. g.	28 Grad. g.
1	0,017856	0,017775	0,017693	0,017610	0,017527	0,017443	0,017359	0,017274	0,017187	0,017100	0,017012	0,016923	0,016833	0,016742	0,016650
2	0,035712	0,035549	0,035385	0,035220	0,035054	0,034887	0,034718	0,034548	0,034375	0,034201	0,034025	0,033847	0,033666	0,033484	0,033299
3	0,053568	0,053324	0,053078	0,052831	0,052581	0,052330	0,052076	0,051821	0,051562	0,051301	0,051037	0,050770	0,050500	0,050226	0,549949
4	0,071424	0,071098	0,070771	0,070441	0,070108	0,069773	0,069435	0,069095	0,068749	0,068401	0,068049	0,067693	0,067333	0,066968	0,066598
5	0,089280	0,088873	0,088464	0,088051	0,087636	0,087217	0,086793	0,086369	0,085937	0,085502	0,10.074	0,084617	0,084166	0,083710	0,083248
6	0,107136	0,106648	0,106156	0,105661	0,105163	0,104660	0,104153	0,103643	0,103124	0,102602	0,119086	0,101540	0,100999	0,100452	0,099897
7	0,124992	0,124422	0,123849	0,123271	0,122690	0,122103	0,121512	0,120917	0,120311	0,119702	0,136098	0,118463	0,117832	0,117194	0,116547
8	0,142848	0,142197	0,141542	0,140882	0,140217	0,139546	0,138870	0,138190	3,137498	0,136802	0,153111	0,135386	0,134666	0,133936	0,133196
9	0,160704	0,159971	0,159234	0,158492	0,157744	0,156990	0,156229	0,155464	0,154686	0,153903	0,170123	0,152310	0,151499	0,150678	0,149846
10	0,178560	0,177746	0,176927	0,176102	0,175271	0,174433	0,173588	0,172738	0,171873	0,171003	0,085662	0,169233	0,168332	0,167420	0,166495
20	0,357120	0,355492	0,353854	0,352204	0,350542	0,348866	0,347176	0,345476	0,343746	0,342006	0,340246	0,338466	0,336664	0,334840	0,332990

c. BEPALING DOOR TITREERING MET NORMAAL ZWAVELZUUR.

Deze methode berust op het beginsel, dat een base door een equivalente hoeveelheid zuur wordt geneutraliseerd. Men voegt bij een zekere hoeveelheid soda een hoeveelheid normaal-zwavelzuur, en bepaalt door normaal-alcali de overmaat van het toegevoegde zuur, dat niet door de soda gebonden is, en uit het verschil berekent men de hoeveelheid koolzure-soda.

Fig. 94.



Men heeft voor dit onderzoek dus noodig normaal-zwavelzuur en normale-soda-oplossing. In de afdeeling chemicaliën is de bereiding en titre-stelling opgegeven. Daar de sodaloog gemakkelijk door aantrekking van koolzuur uit de lucht verandert, wordt op de in fig. 94 voorgestelde wijze de buret met de voorraadflesch verbonden.

Deze wijze biedt niet alleen groot gemak bij herhaald gebruik, maar voorkomt ook de aantrekking van vochtige koolzuur-houdende lucht.

De hoogstaande flesch draagt, zooals uit de fig. blijkt, in de driemaal doorboorde kurk eerst een gebogen chloor-calciumbuis, die gedeeltelijk daarmeê en gedeeltelijk met natronkalk of caustische potasch gevuld is, om vocht en koolzuur te absorbeeren. Dan een gebogen buis, die met de buret verbonden is, en de derde boring bevat een hevelbuis, die aan de eene zijde tot op den bodem der flesch reikt en aan de andere zijde met het benedendeel der buret door een ⊢-stuk verbonden is en door een klemkraan wordt afgesloten. De bij het laten afloopen der buret in de flesch komende lucht, wordt door den inhoud der U-vormige buis gedroogd en van koolzuur bevrijd, zoodat op deze wijze de bewaarde natronloog zeer langen tijd dienst kan doen zonder haar titre te verliezen.

Bij het onderzoek van gecalcineerde soda weegt men 5.29 g. af, lost deze in een kookflesch met 50 cM³ water en verzadigt met 100 cM³ zwavelzuur, terwijl men zorg draagt, door het schuinhouden der flesch, dat het ontwijkende koolzuur geen deeltjes der oplossing wegslingert. Nadat het vrijgemaakte koolzuur door aanhoudend kooken der zure vloeistof volkomen uitgedreven is, kleurt men de oplossing met eenige druppels lakmoes-tinctuur, of voegt phenolphtaleïn-oplossing bij en titreert met normaal-natronloog, in het eerste geval tot de blauw-violette kleur in het laatste tot de roode kleur blijvend is.

Wanneer men het opgegeven gewicht neemt, dan geven de voor de neutralisatie gebruikte cM³ normaal-zwavelzuur direct de % aan koolzuur-natrium.

V o o r b e e l d: Bij eene oplossing van 5,29 g. gecalcineerde soda met 100 cM³ normaal-zwavelzuur, werden 6,8 cM³ normaal-natronloog gebruikt, tot de boven vermelde kleur der vloeistof intrad. Het blijkt dus, dat er 6.8 cM³ zwavelzuur te veel zijn toegevoegd. 100—6,8 = 93,2 is dus hier het gehalte aan koolzuur-natrium = 93,2 %.

2. B e p a l i n g   v a n   n a t r i u m - s u l f a a t.

Heeft men bij het qualitatieve onderzoek zwavelzuur gevonden, dan lost men 10 g. gecalcineerde soda in een fleschje van 100 cM³ met een weinig warm water op, verdunt na afkoeling tot de streep, mengt goed dooreen en filtreert door een droog vouwfilter in een droog glas. Bij 50 cM³ dezer oplossing = 5 g. stof, voegt men in een bedekt bekerglas zoutzuur, verhit tot het kookpunt en slaat het zwavelzuur met chloor-barium neer. Het gewicht van het ten slotte resteerende barium-sulfaat met 0.6094 vermenigvuldigd, geeft de hoeveelheid natrium-sulfaat in 5 g. stof aan.

V o o r b e e l d: 50 cM³ leverde na aftrek der filterasch 0.0682 g. barium-sulfaat

0.0682 × 0.6094 = 0.04156 g. natrium-sulfaat

5 : 0.04156 = 100 : x

x = 0.83 % zwalvelzuur-natrium.

XXVI.

NATRIUM-HYDRAAT.

(C a u s t i s c h e   n a t r o n,   c a u s t i s c h e   s o d a).

Voor hetzelfde doel, als de gewone soda, namelijk tot verwijdering van gips uit het beenzwart, wordt ook het natrium-hydraat (NaOH) gebruikt. Met het in beenzwart voorhanden calcium-sulfaat zet het zich om in natron-sulfaat en calcium-hydraat, welke verbindingen, zoo als hiervoor vermeld, geen moeilijkheden opleveren om ze uit het beenzwart te verwijderen. Ook verkrijgt men door het uitkoken van been-

zwart met natrium-hydraat, een werkzaam middel tot oplossing van organische verontreinigingen (zie blz. 259) uit het zwart.

Voor beide doeleinden kiest men een zoo zuiver en hooggradig mogelijk product, dat vrij is van vreemde zouten nl.: sulfaten. De caustische soda van den handel bevat steeds afwisselende hoeveelheden koolzure-soda. Bij titreering vindt men dus de hoeveelheid van beide stoffen te zamen. Daarom is het noodig, naast de titratie met zwavelzuur, ook eene bepaling van het koolzuur uit te voeren.

Gewoonlijk koopt men natrium-hydraat in den vasten vorm of als loog. In beide gevallen is het onderzoek hetzelfde. Van het vaste hydraat is het verkrijgen van een goed doorsneê-monster niet zeer gemakkelijk. Daar bij het monstertrekken de grootere stukken spoedig met een vochtige huid, die veel koolzuur uit de lucht absorbeert, wordt overdekt, moet men voor het onderzoek slechts het vaste, onveranderde binnengedeelte gebruiken. Zij worden klein geslagen met een hamer, nadat men ze vooraf in stevig dicht papier heeft gewikkeld; weegt van de binnenste droge spaanders spoedig af, en maakt eene oplossing van bepaald gehalte. Allereerst wordt door titratie de alcaliteit bepaald en als natrium-hydraat genoteerd. Een ander gedeelte behandelt men met chloor-barium, waardoor het koolzuur aan barium gebonden wordt en als koolzure baryt neêrslaat. Titreert men nu opnieuw, dan vindt men het ware gehalte aan natrium-hydraat. Het verschil tusschen deze twee titraties geeft het gehalte natrium, dat aan koolzuur gebonden is en door een uit de beide moleculair-gewichten verkregen factor, op koolzure-soda kan worden omgerekend.

1. Bepaling van het natrium-hydraat en koolzure-natron.

Men weegt 15 à 20 g. caustische soda nauwkeurig op het tarreerblikje af, doet haar in een $^1/_2$ liter flesch en giet er zuiver water op, sluit de flesch, schudt om, lost op en vult tot de streep. De goed dooreen gemengde oplossing wordt voor de volgende titreeringen gebruikt.

Voorbeeld: 20.334 g. caustische-soda zijn tot 500 cM^3 vloeistof opgelost.

a. Bij 25 cM^3 daarvan (= 1,0167 g.) worden 25 cM^3 normaal-zwavelzuur gevoegd, gekookt om het koolzuur volkomen te verwijderen en na afkoeling met normaal natron-loog teruggetitreerd, zooals op blz. 354 is opgegeven. Daarvoor was noodig 2.3 cM^3 loog.

$$25 - 2.3 = 22.7 \text{ cM}^3 \text{ normaal-zwavel-zuur}$$

waren dus door de alcaliteit der caustische soda gebonden.

Daar nu 1 cM^3 normaal-zwavel-zuur = 0.03996 rond 0.04 g. natrium-hydraat is, geven dus 22.7 cM^3:

$$22.7 \times 0.04 = 0.908 \text{ g. natrium-hydraat}$$

in de ter onderzoek gebruikte 1.0167 g. caustische soda aan en levert den regel:

$$1.0167 : 0.908 = 100 : x$$

$$x = 89.31 \text{ \% natrium-hydraat.}$$

b. Bij 50 cM³ der caustische soda-loog (= 2.0334 g.) voegt men in een 250 cM³ flesch chloor-barium oplossing, tot na nieuwe bijvoeging geen neerslag meer ontstaat. Een kleine overmaat hindert dus niet. De vloeistof wordt gekookt onder voortdurend omschudden, waardoor een spoediger afzetting der neerslag ontstaat; koelt tot kamer-temperatuur af, vult zonder den neerslag in aanmerking te nemen tot den streep op, vermengt goed dooréén en filtreert door een drogen filter in een droog glas.

Bij 50 cM³ filtraat = 0.407 g. oorspronkelijke stof worden 15 cM³ normaal-zwavelzuur gevoegd [1]) en als boven met normaal-natron-loog teruggetitreerd.

Gebruikte men 6.2 daarvan, om het vrijgebleven zuur te verzadigen, dan waren 15 — 6.2 = 8.8 cM³ normaal zwavelzuur door het aanwezige natrium-hydraat gebonden en geven dus 8.8 × 0.04 = 0.352 g. natrium-hydraat in de gebruikte hoeveelheid (0.407 g. soda)

$$0.407 : 0.352 = 100 : x$$

$$x = 86.49 \text{ \% natrium-hydraat.}$$

Men trekt dit cijfer af van het bij *a* verkregen getal (89.31 — 86.49 = 2.82 %) dat daar als hydraat, in werkelijkheid echter als carbonaat aanwezig was.

Voor de omrekening op koolzuur-natrium heeft men den factor 1.3244 noodig.

$$2.82 \times 1.3244 = 3.73 \text{ \% koolzuur-natrium.}$$

De onderzochte caustische soda bevatte dus, na afronding der cijfers op een decimaal:

86.5 % natrium-hydraat,
3.7 „ natrium-carbonaat.

2. Bepaling van het natrium-sulfaat.

Bij 200 cM³ der oplossing sub 1 = 8.134 g. caustische soda, voegt men zoutzuur, tot een daarin geworpen stukje blauw lakmoespapier rood blijft en dus het zuur in overmaat aanwezig is.

Bij de tot het kookpunt verhitte oplossing, voegt men chloorbarium oplossing en behandelt den verkregen neerslag als op blz. 157 is opgegeven.

Om de ten slotte verkregen gloeirest op natrium-sulfaat uit te rekenen, gebruikt men het getal 0.6094.

---

[1]) Een hierbij ontstaande neerslag van barium-sulfaat kan men over het hoofd zien en heeft geen invloed, daar bij deze omzetting, in plaats van het zwavelzuur, een gelijke hoeveelheid zoutzuur ontstaat (chloor-barium + zwavelzuur = barium-sulfaat en chloor-waterstof of zoutzuur), die dus ook eene equivalente hoeveelheid normaal-sodaloog noodig heeft ter neutralisatie.

Voorbeeld: Het gewicht van het barium-sulfaat was na aftrek der filterasch = 0.0724 en dit × 0.6094 = 0.04412 g. natrium-sulfaat.

$$8.134 \times 0.04412 = 100 : x.$$

$$x = 0.54\ \%\ \text{natrium-sulfaat}.$$

Heeft men eene loog, dan wordt op eene der bekende wijzen, zie blz. 31 e. v., het specifiek gewicht bepaald. Het daarmee overeenkomende % gehalte aan natron ($Na\,O_2$) of natrium-hydraat (Na O H), vindt men zonder meer uit de navolgende door Gerlach [1]), volgens onderzoekingen van Schiff [2]) berekende tabel.

TABEL XXVI. Percentgehalte der soda-loog bij verschillend specifiek gewicht. (Temp. 15° C.).

% der oplossing.	Spec. gewicht bij een % gehalte aan		% der oplossing.	Spec. gewicht bij een % gehalte aan	
	Na_2O.	NaOH.		Na_2O.	NaOH.
1	1,015	1,012	31	1,438	1,343
2	1,020	1,023	32	1,450	1,351
3	1,043	1,035	33	1,462	1,363
4	1,058	1,046	34	1,475	1,374
5	1,074	1,059	35	1,488	1,384
6	1,089	1,070	36	1,500	1,395
7	1,114	1,081	37	1,515	1,405
8	1,119	1,092	38	1,530	1,415
9	1,132	1,103	39	1,543	1,426
10	1,145	1,115	40	1,558	1,437
11	1,160	1,126	41	1,570	1,447
12	1,175	1,137	42	1,583	1,456
13	1,190	1,148	43	1,597	1,468
14	1,203	1,159	44	1,610	1,478
15	1,219	1,170	45	1,623	1,488
16	1,233	1,181	46	1,637	1,499
17	1,245	1,192	47	1,650	1,508
18	1,258	1,202	48	1,663	1,519
19	1,270	1,213	49	1,678	1,529
20	1,285	1,225	50	1,690	1,540
21	1,300	1,236	51	1,705	1,550
22	1,315	1,247	52	1,719	1,560
23	1,329	1,258	53	1,730	1,570
24	1,341	1,269	54	1,745	1,580
25	1,355	1,279	55	1,760	1,591
26	1,369	1,290	56	1,770	1,601
27	1,381	1,300	57	1,785	1,611
28	1,395	1,310	58	1,800	1,622
29	1,410	1,321	59	1,815	1,633
30	1,422	1,332	60	1,830	1,643

[1]) Zeitschrift f. anal. Chem. § 279.
[2]) Ann. Chem. Pharm. 170.300.

V o o r b e e l d: Het specifiek gewicht eener sodaloog was bij 15° C. = 1.300; daarmeê stemt volgens de tabel 21 % natrium-oxyd en 27 % natrium-hydraat overeen.

Men zou dus voor de verdere onderzoekingen, om dezelfde gewichtsverhoudingen ongeveer als hiervoren is aangegeven te behouden: 100 g. (of 100 cM³ = 130 g.) loog tot 500 cM³ vloeistof moeten verdunnen en daarvan voor de bepaling van natrium-hydraat en natrium-carbonaat 25 en 50 cM³ en voor natrium-sulfaat 200 cM³ moeten nemen.

De analyse zelf en de uitrekeningen zijn geheel gelijk aan die, bij vaste caustische soda opgegeven.

XXVII.

ZOUTZUUR.

Het ruwe zoutzuur of chloor-waterstof-zuur, wordt in de suikerindustrie hoofdzakelijk gebruikt tot verwijdering van het opgenomen gehalte calcium-carbonaat uit het beenzwart bij het vernieuwing-proces van het laatste. Gewoonlijk wordt het zuur van den handel meest nog volgens graden B e a u m é verkocht.

De voorwaarden die de suiker-industrie stelt, afgezien van de juistheid der opgegeven concentratie, omtrent de zuiverheid van het zoutzuur, bepalen zich hoofdzakelijk tot het afwezig zijn van zwavelzuur.

1. Bepaling van het zoutzuur.

Men bepaalt de sterkte van zoutzuur, d. w. z. het gehalte van chloor-waterstof in eene waterige oplossing, door bepaling van het specifiek gewicht.

De achterstaande tabel XXVII, geeft zonder nadere verklaring alle noodige aanwijzingen. De gewone sterkte van het zoutzuur van den handel bedraagt 20 à 22° B e a u m é, gelijkstaande met 1.16 tot 1.18 spec. gewicht bij 15° C.

2. Bepaling van het zwavelzuur.

Men verdunt 100 cM³ van het ruwe zuur in een flesch met 200 cM³ water, verhit tot kookpunt en voegt chloorbarium-oplossing bij. Is zwavelzuur aanwezig, dan slaat barium-sulfaat neer, dat volgens de regels, op blz. 157 opgegeven, verder behandeld wordt en de hoeveelheid ten slotte verkregen barium-sulfaat door vermenigvuldiging met factor 0.3432, geeft de daaraan beantwoordende hoeveelheid zwavelzuur.

Door omrekening van het specifiek gewicht herleidt men tot gewichtspercenten.

Voorbeeld: 100 cM³ zoutzuur, dat 1.171 spec. gewicht aangaf, (dus = 21 Bé.) leverde na aftrek der filterasch 0.083 g. bariumsulfaat en dit met 0.3432 vermenigvuldigd, gaf 0.0285 g. zwavelzuur.

117.1 g. (= 100 cM³) : 0.0285 = 100 : *x*

x = 0.024 % zwavelzuur.

TABEL XXVII, aangevende het gehalte van zout-zuur bij verschillend specifiek gewicht.

Graden Beaumé.	Spec. gewicht.	100 deelen bevatten bij 0° H Cl.	100 deelen bevatten bij 15° C.			
			H Cl.	zuur van 20° Bé	zuur van 21° Bé	zuur van 22° Bé
0	1,000	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
1	1,007	1,4	1,5	4,7	4,4	4,2
2	1,014	2,7	2,9	9,0	8,6	8,1
3	1,022	4,2	4,5	14,1	13,3	12,6
4	1,029	5,5	5,8	18,1	17,1	16,2
5	1,036	6,9	7,3	22,8	21,5	20,4
6	1,044	8,4	8,9	27,8	26,2	24,4
7	1,052	9,9	10,4	32,6	30,7	29,1
8	1,060	11,4	12,0	37,6	35,4	33,6
9	1,067	12,7	13,4	41,9	39,5	37,5
10	1,075	14,2	15,0	46,9	44,2	42,0
11	1,083	15,7	16,5	51,6	48,7	46,2
12	1,091	17,2	18,1	56,7	53,4	50,7
13	1,100	18,9	19,9	62,3	58,7	55,7
14	1,108	20,4	21,5	67,3	63,4	60,2
15	1,116	21,9	23,1	72,3	68,1	64,7
16	1,125	23,6	24,8	77,6	73,2	69,4
17	1,134	25,2	26,6	83,3	78,5	74,5
18	1,143	27,0	28,4	88,9	83,0	79,5
19	1,152	28,7	30,2	94,5	89,0	84,6
19,5	1,157	29,7	31,2	97,7	92,0	87,4
20	1,161	30,4	32,0	100,0	94,4	89,6
20,5	1,166	31,4	33,0	103,3	97,3	92,4
21	1,171	32,3	33,9	106,1	100,0	94,9
21,5	1,175	33,0	34,7	108,6	102,4	97,2
22	1,180	34,1	35,7	111,7	105,3	100,0
22,5	1,185	35,1	36,8	115,2	108,6	103,0
23	1,190	36,1	37,9	118,6	111,8	106,1
23,5	1,195	37,1	39,0	122,0	115,0	109,2
24	1,199	38,0	39,8	124,6	117,4	111,4
24,5	1,205	30,1	41,2	130,0	121,5	115,4
25	1,210	40,2	42,4	132,7	125,0	119,0
25,5	1,212	41,7	42,9	134,3	126,6	120,1

XXVIII.

ZWAVELZUUR.

Zwavelzuur wordt in de suiker-industrie gebruikt tot het vervaardigen van zure-phosphorzure-kalk (Phosphorzuur) of kunstmest uit beenzwart, en komt gewoonlijk zoo zuiver in den handel voor, dat een nader onderzoek overbodig schijnt. Voor de fabricatie van glucose uit aardappelmeel moet een bijna absoluut zuiver zuur, dat althans geheel vrij van arsenicum is, gebruikt worden, en hiervoor is een onderzoek noodig.

Het ruwe zwavelzuur van den handel is als een oplossing van zwavelzuur-hydraat in water te beschouwen en kan men dus uit het specifiek gewicht gemakkelijk het gehalte met behulp der tabel vinden.

Steeds wordt nog vastgehouden aan den areometer van Beaumé en spreekt men van zuur van 60 percenten of zuur van 60° Beaumé.

Uit de bijgaande tabel XXVIII ziet men echter, dat dit niet geheel opgaat en doet men het best met een goeden areometer of densimeter de graden Beaumé of het spec.-gewicht op te nemen en uit de tabel het % gehalte te zoeken. Het gebruik daarvan is zoo gemakkelijk dat men geen nadere verklaring behoeft.

Zwavelzuur is in zuiveren staat kleurloos of iets geelachtig. Geraken er organische stoffen in, dan bruint het zich tot bijna zwart.

ONDERZOEK OP ARSENICUM.

Er bestaan verschillende methoden, om een arsenic-gehalte van zwavelzuur aan te wijzen. De volgende getrouw gevolgd, geeft vrij zekere uitkomsten.

2 cM^3 zwavelzuur worden met 10 cM^3 water in een reageer-cylinder verdund, daarbij voegt men, tot een blijvende gele kleur ontstaat, een zwakke jodium-oplossing en om een water-stof-gas-ontwikkeling te verkrijgen, kleine stukjes arsenic-vrij zink; dan om een wegspatten der vloeistof-deeltjes te voorkomen, doet men in den reageer-cylinder een losse prop van katoen of watten en sluit met een stuk wit filtreerpapier af, in welks middelpunt men een druppel 50 % houdende zilver-nitraat-oplossing heeft aangebracht. De door de zilver-oplossing

bevochtigde plaats mag noch dadelijk noch na een half uur geel schijnen of van den rand af in bruin of zwart overgaan. Het is noodzakelijk zulk een sterke zilveroplossing te gebruiken, omdat slechts dan, bij het voorkomen van arsenic het ontwikkelde arsenic-water-stof-gas weer tot arsenig-zuur geoxydeerd wordt, dat tegelijk met het in groote hoeveelheid voorhanden zilver het karakteristiek gele zilverarseniet vormt, terwijl bij gebruik van minder sterke oplossingen, dit tot zilvermetaal wordt gereduceerd en tengevolge daarvan de vlek zwart geteekend voorkomt. Door de toevoeging van jodium, ontleedt aanwezig zwavelig-zuur, dat met de nassérende waterstof zwavel-waterstof zou vormen tot zwavelzuur, omdat zwavel-waterstof ook het zilver zwart maakt. Deze prophylaktische verhindering van zwavel-waterstof-vorming is veel zekerder en eenvoudiger dan de vroeger gewone exponeering van loodpapier aan het ontwikkelde gas. Voor het gebruik van den toestel van Marsch wordt naar de speciale werken verwezen.

TABEL XXVIII,

aanwijzende het gehalte van waterhoudend zwavelzuur bij 15° C.

Graden Beaumé.	Spec. gewicht.	100 gewichtsdeelen bevatten.				1 Liter bevat in Kilogram			
		% SO_3	% H_2SO_4	Zuur van 60° Bé	Zuur van 53° Bé	SO_3	H_2SO_4	Zuur van 60° Bé	Zuur van 53° Bé
0	1,000	0,7	0,9	1,2	1,3	0,007	0,009	0,012	0,013
1	1,007	1,5	1,9	2,4	2,8	0,015	0,019	0,024	0,028
2	1,014	2,3	2,8	3,6	4,2	0,023	0,028	0,036	0,042
3	1,022	3,1	3,8	4,9	5,7	0,032	0,039	0,050	0,058
4	1,029	3,9	4,8	6,1	7,2	0,040	0,049	0,063	0,074
5	1,037	4,7	5,8	7,4	8,7	0,049	0,060	0,077	0,090
6	1,045	5,6	6,8	8,7	10,2	0,059	0,071	0,091	0,107
7	1,052	6,4	7,8	10,0	11,7	0,067	0,082	0,105	0,123
8	1,060	7,2	8,8	11,3	13,1	0,076	0,093	0,120	0,139
9	1,067	8,0	9,8	12,6	14,6	0,085	0,105	0,134	0,156
10	1,075	8,8	10,8	13,8	16,1	0,095	0,116	0,148	0,173
11	1,083	9,7	11,9	15,2	17,8	0,105	0,129	0,165	0,193
12	1,091	10,6	13,0	16,7	19,4	0,116	0,142	0,182	0,211
13	1,100	11,5	14,1	18,1	21,0	0,126	0,155	0,199	0,231
14	1,108	12,4	15,2	19,5	22,7	0,137	0,168	0,216	0,251
15	1,116	13,2	16,2	20,7	24,2	0,147	0,181	0,231	0,270
16	1,125	14,1	17,3	22,2	25,8	0,159	0,195	0,250	0,290
17	1,134	15,1	18,5	23,7	27,6	0,172	0,210	0,269	0,313
18	1,142	16,0	19,6	25,1	29,2	0,183	0,224	0,287	0,333
19	1,152	17,0	20,8	26,6	31,0	0,196	0,233	0,306	0,357
20	1,162	18,0	22,2	28,4	33,1	0,209	0,258	0,330	0,385
21	1,171	19,0	23,3	29,8	34,8	0,222	0,273	0,349	0,407
22	1,180	20,0	24,5	31,4	36,6	0,236	0,289	0,370	0,432
23	1,190	21,1	25,8	33,0	38,5	0,251	0,307	0,393	0,458
24	1,200	22,1	27,1	34,7	40,5	0,265	0,325	0,416	0,486
25	1,210	23,2	28,4	36,4	42,4	0,281	0,344	0,440	0,513
26	1,220	24,2	29,6	37,9	44,2	0,295	0,361	0,463	0,539
27	1,231	25,3	31,0	39,7	46,3	0,311	0,382	0,489	0,570
28	1,241	26,3	32,2	41,2	48,1	0,326	0,400	0,511	0,597
29	1,252	27,3	33,4	42,8	49,9	0,342	0,418	0,536	0,625
30	1,263	28,3	34,7	44,4	51,8	0,357	0,438	0,561	0,654
31	1,274	29,4	36,0	46,1	53,7	0,374	0,459	0,587	0,684
32	1,285	30,5	37,4	47,9	55,8	0,392	0,481	0,616	0,717
33	1,297	31,7	38,8	49,7	57,9	0,411	0,503	0,645	0,751
34	1,308	32,8	40,2	51,1	60,0	0,429	0,526	0,674	0,785
35	1,320	33,8	41,6	53,3	62,1	0,447	0,549	0,704	0,820
36	1,332	35,1	43,0	55,1	64,2	0,468	0,573	0,734	0,856
37	1,345	36,2	44,4	56,9	66,3	0,487	0,597	0,765	0,892
38	1,357	37,2	45,5	58,3	67,9	0,505	0,617	0,791	0,921

TABEL XXVIII,

aanwijzende het gehalte van waterhoudend zwavelzuur bij 15° C.

Graden Beaumé.	Spec. gewicht.	100 gewichtsdeelen bevatten				1 Liter bevat in Kilogram			
		% SO_3	% H_2SO_4	Zuur van 60° B°	Zuur van 53° B°	SO_3	H_2SO_4	Zuur van 60° B°	Zuur van 53° B°
39	1,370	38,3	46,9	60,0	70,0	0,525	0,642	0,822	0,959
40	1,383	39,5	48,3	61,9	72,1	0,546	0,668	0,856	0,997
41	1,397	40,7	49,8	63,8	74,3	0,569	0,696	0,891	1,038
42	1,410	41,8	51,2	65,6	76,4	0,589	0,722	0,925	1,077
43	1,424	42,9	52,8	67,4	78,5	0,611	0,749	0,960	1,108
44	1,438	44,1	54,0	69,1	80,6	0,634	0,777	0,994	1,159
45	1,453	45,2	55,4	70,9	82,7	0,657	0,805	1,030	1,202
46	1,468	46,4	56,9	72,9	84,9	0,681	0,835	1,070	1,246
47	1,483	47,6	58,3	74,7	87,0	0,706	0,864	1,108	1,290
48	1,498	48,7	59,6	76,3	89,0	0,730	0,893	1,143	1,330
49	1,514	49,8	61,0	78,1	91,0	0,754	0,923	1,182	1,378
50	1,530	51,0	62,5	80,0	93,3	0,780	0,956	1,224	1,427
51	1,540	52,2	64,0	82,0	95,5	0,807	0,990	1,268	1,477
52	1,563	53,5	65,5	83,9	97,8	0,836	1,024	1,311	1,529
53	1,580	54,9	67,0	85,8	100,0	0,867	1,059	1,355	1,580
54	1,597	56,0	68,6	87,8	102,4	0,894	1,095	1,402	1,636
55	1,615	57,1	70,0	89,6	104,5	0,922	1,131	1,447	1,688
56	1,634	58,4	71,6	91,7	106,9	0,954	1,170	1,499	1,747
57	1,652	59,7	73,2	93,7	109,2	0,986	1,210	1,548	1,804
58	1,672	61,0	74,7	95,7	111,5	1,019	1,248	1,599	1,863
59	1,691	62,4	76,4	97,8	114,0	1,055	1,292	1,654	1,928
60	1,611	63,8	78,1	100,0	116,6	1,092	1,336	1,711	1,995
61	1,732	65,2	79,0	102,3	119,2	1,129	1,384	1,772	2,065
62	1,753	66,7	81,7	104,6	121,9	1,169	1,432	1,838	2,137
63	1,774	68,7	84,1	107,7	125,5	1,219	1,492	1,911	2,226
64	1,796	70,6	86,5	110,8	129,1	1,268	1,554	1,990	2,319
65	1,819	73,2	89,7	114,8	138,8	1,332	1,632	2,088	2,434
66	1,842	81,6	100,0	128,0	149,3	1,523	1,842	2,358	2,750

TABEL XXIX.

Vergelijking der graden Celsius, Reaumur en Fahrenheit.

C.	R.	F.	C.	R.	F.
— 40°	— 32°	— 40°	+ 165°	+ 132°	+ 329°
— 35	— 28	— 31	170	136	338
— 30	— 24	— 22	175	140	347
— 25	— 20	— 13	180	144	356
— 20	— 16	— 4	185	148	365
— 15	— 12	+ 5	190	152	374
— 10	— 8	14	195	156	383
— 5	— 4	23	200	160	392
0	0	32	205	164	401
+ 5	+ 4	41	210	168	410
10	8	50	215	172	419
15	12	59	220	176	428
20	16	68	225	180	437
25	20	77	230	184	446
30	24	86	235	188	455
35	28	95	240	192	464
40	32	104	245	196	473
45	36	113	250	200	482
50	40	122	255	204	491
55	44	131	260	208	500
60	48	140	265	212	509
65	52	149	270	216	518
70	56	158	275	220	527
75	60	167	280	224	536
80	64	176	285	228	545
85	68	185	290	232	554
90	72	194	295	236	563
95	76	203	300	240	572
100	80	212	305	244	581
105	84	221	310	248	590
110	88	230	315	252	599
115	92	239	320	256	608
120	96	248	325	260	617
125	100	257	330	264	626
130	104	266	335	268	635
135	108	275	340	272	644
140	112	284	345	276	653
145	116	293	350	280	662
150	120	302	355	284	671
155	124	311	360	288	780
160	128	320			

TABEL XXX.

Herleiding der graden van vochtmeters met gelijkdeelige schaal, tot soortelijk gewicht (S. G.), en tot soortelijk volume (S. V.). Zie blz. 38 e. v.

Het gewicht zuiver water bij + 15° C., in de lucht gewogen, als *éénheid* aangenomen.

VOOR LICHTE VOCHTEN.

Gr. Nederl. Elem. 144. (1816, A. v. d. T.	Gr. Beaumé. Elem. 144. (1816, A. v. d. T.	Gr. Cartier. Elem. 132. 1770.	Graden Metrieke Elem. 100 Suppl. S. V.	Soortelijk Volume. S. V. In de lucht	Soortelijk Gewicht S. G. bij + 15° C.
50	60	55,83	34,72	1,3472	0,74227
45	55	51,25	31,25	1,3125	0,76190
40	50	46,67	27,78	1,2778	0,78261
35	45	42,08	24,31	1,2431	0,80447
30	40	37,50	20,83	1,2083	0,82759
25	35	32,92	17,36	1,1736	0,85207
20	30	28,33	13,89	1,1389	0,87805
15	25	23,75	10,42	1,1042	0,90566
10	20	19,17	6,94	1,0694	0,93506
5	15	14,58	3,47	1,0347	0,96644
Water,	10	10.	0.	1.	1.

VOOR ZWARE VOCHTEN.

Gr. Beaumé. 144 (1816, A. v. d. T.)	Element: 158 oude Fransche.	Graden Metrieke Elem. 100. Compl. S. V.	Soortelijk Volume S. V. in de lucht	Soortelijk Gewicht S. G. bij + 15° C.
Water.	0.	0.	1.	1.
10	10,97	6,94	0,9305	1,0746
20	21,94	13,89	0,8611	1,1613
30	32,92	20,83	0,7917	1,2632
40	43,89	27,78	0,7222	1,3846
50	54,86	34,72	0,6528	1,4319
60	65,83	41,67	0,5833	1,7143
70	76,81	48,61	0,5139	1,9459
80	87,78	55,56	0,4444	2,2500

Graden Beaumé = graden Areometer Pharmacopea Batava (1805).

Gr. v. d. vochtmeter elem. 144 tot soort. gewicht (*s. g.*) en soort. volume (*s. v.*).

Lichte vochten $\frac{144}{144 + n} = s.g.\ \frac{144 + n}{144} = s.v.$

Zware vochten $\frac{144}{144 - n} = s.g.\ \frac{144 - n}{144} = s.v.$

Gr. van den vochtmeter elem. 144 tot graden van den vochtmeter elem. 100

Lichte vochten $\frac{100 \times n}{143}$ = gr. el. 100 of supplem. *s. v.* (boven *nul*).

Zware vochten $\frac{100 \times n}{144}$ = gr. el. 100 of complem. *s. v.* (onder *nul*).

OLEIL-DUBOSCQ.

De drideld zijn, eene bijzondere tafel. De getallen inen C het gewicht aan Suiker in een liter vloeist

De gele 100 eerste regels der tafel, de 30 volgende mistoffen van een sterk suikergehalte bijgevoegd. stoffen van nog sterker suikergehalte voorkomenn der tafel brengen.

Sommen (temperatuur van

39.0	138.5	138.0	137
40.4	139.9	139.4	138
41.8	141.3	140.8	140
43.2	142.6	142.1	141
44.6	144.0	143.7	143
45.9	145.4	144.9	144
147.3	146.8	146.3	145
148.7	148.2	147.7	147
150.1	149.6	149.0	148
151.5	151.0	150.4	149
152.9	152.3	151.8	151
154.3	153.7	153.2	152
155 7	155.1	154.6	154
157.1	156.5	155.9	155
158.5	157.9	157.3	156
159.8	159 3	158.7	158
161.2	160.6	160.1	159
162.6	162.0	161.5	160
164 0	163.4	162.8	162
165.4	164.8	164 2	163
166.8	166.2	165.6	165
168.2	167.6	167.0	166
169.6	169.0	168.4	167
171.0	170.3	169.7	169
172.4	171.7	171.1	170
173.7	173.1	172.5	171
175.1	174.5	173.9	173
176.5	175.9	175.3	174
177.9	177.3	176.6	176
179.3	178 7	178.0	177
180.7	180.0	179.4	178

						GEHALTE VOLGENS		
.0	128.5	128.0	127.5	127.0	126.5	100	[illegible]	[illegible]
.3	129.8	129.3	128.8	128.3	127.8	101	165.13	166.35
.6	131.1	130.6	130.0	129.5	129.0	102	166.77	168 00
.9	132 3	131.8	131.3	130.8	130.3	103	168.40	169.65
.2	133.6	133.1	132 6	132.1	131.6	104	170.04	171.29
.4	134.9	134.4	133.9	133.3	132.8	105	171.67	172.94
.7	136 2	135.7	135.1	134.6	134.1	106	173.31	174.59
.0	137.5	137.0	136.4	135.9	135 3	107	174.94	176.23
.3	138.8	138.2	137.7	137.2	136.6	108	176.58	177.88
.6	140.1	139.5	139.0	138.4	137.9	109	178.21	179.53
.9	141.3	140 8	140.2	139 7	139.1	110	179.85	181.18
.2	142.6	142.1	141.5	141.0	140.4	111	181.48	182.82
.5	143.9	143.4	142.8	142.2	141.7	112	183.12	184.47
.8	145.2	144 6	144.1	143.5	142.9	113	184.75	186.12
.1	146.5	145.9	145.3	144.8	144.2	114	186.39	187.16
.3	147.8	147.2	146.6	146.0	145.5	115	188.02	189.41
.6	.49.1	148.5	147.9	147.3	146.7	116	189.66	191.06
.9	150.3	149.8	149.2	148.6	148.0	117	191.29	192.11
.2	151.6	151.0	150.4	149.9	149.3	118	192.93	194.35
.7	152.9	152.3	151.7	151.1	150.5	119	194.56	196.00
.8	154.2	153.6	153.0	152.4	151.8	120	196.20	197.65
.1	155.5	154.9	154.3	153.7	153.1	121	197.83	199.29
.4	156.8	156.2	155.5	154.3	154.1	122	199 47	200.94
.7	158.0	157.4	156.8	156 2	155 6	123	201.10	202.59
0	159.3	158.7	158.1	157.5	156.9	124	202.74	204.24
2	160.5	160.0	159.4	158.7	158.1	125	204.37	205.88
.5	161.9	161.3	160.6	160.0	159.4	126	206.01	207.23
.8	163.2	162.6	161.9	161.3	160 6	127	207.64	209.18
.1	164.5	163.8	163.2	162.6	161.9	128	209 28	210.82
.4	165.8	165.1	164.6	163 8	163.2	129	210.91	212.47
.7	167.7	166.4	165.7	165.1	164.4	130	212.55	214.21

